

Ю.С. Крамарьова

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕТРАНАТРІЄВОЇ СОЛІ ЕТИЛЕНДІАМІНТЕТРААЦЕТАТУ ЯК ЕКСТРАГЕНТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ З ОСАДІВ МІСЬКИХ СТІЧНИХ ВОД

Дніпропетровська державна медична академія  
кафедра гігієни та екології  
(зав. – д. мед наук, доц. О.А. Шевченко)

**Ключові слова:** осади міських  
стічних вод, важкі метали,  
екстракція, трилон Б  
**Key words:** sewage sludge, heavy  
metals, extraction, Trilon B

**Резюме.** В роботі изучена ефективність використання трилона Б в качестве екстрагента тяжельых металлов из осадков городских сточных вод. Полученные данные свидетельствуют о том, что с экономической точки зрения в практике целесообразно использовать 0,1М раствор трилона Б для достижения оптимального результата.

**Summary.** The effectiveness of Trilon B as an extraction of heavy metals from sewage sludge was studied. The data obtained indicate that from an economic point of view, in practice it is expedient to use the 0.1 M solution of Trilon B in order to achieve optimal results.

В умовах сьогодення невирішеною екологічною та гігієнічною проблемою є питання утилізації осадів стічних вод, які накопичуються в особливо значних обсягах на межі сельбищних територій. В індустріально розвинутих країнах Європи та США утилізується близько 30% осадів стічних вод, у Росії та Україні – лише 4-5 % [1, 3]. Так, на станціях аерації м. Дніпропетровська лише за останнє десятиріччя утворилося близько 100 тис. тонн осадів стічних вод, які сьогодні займають територію 101,4 га. За відсутності безпечних технологій утилізації, ці осади потенціують ризик прямого та опосередкованого негативного впливу на стан здоров'я населення. По-перше, вони несуть реальну епідемічну загрозу, оскільки містять інгредієнти мікробного, вірусного, паразитарного та гельмінтного походження. По-друге, як фракція суміші побутових і промислових стічних вод, ці осади здатні концентрувати у своєму складі велику кількість небезпечних хімічних речовин – важких металів (свинцю, кадмію, цинку, хрому, нікелю, ртуті, миш'яку та інших), нафтопродуктів, поверхнево-активних речовин, поліциклічних ароматичних вуглеводнів, що формує їх токсикологічну небезпеку. Нарешті, їх багаторічне складування навкруги станцій аерації вилучає з раціонального використання дефіцитні міські площі. Разом з тим, в складі осадів містяться значні запаси біогенних елементів (азоту, фосфору та калію), які є невід'ємною складовою частиною замкнених природних циклів кругообігу речовин, можуть бути органо-мінеральним добривом, стимулювати здатність ґрунтів до самоочищення та покращувати таким чином їх санітарний стан.

Доведено [1], що провідним медико-біологічним чинником, який стримує застосування осадів стічних вод, є небезпека можливого додаткового надходження з них до ґрунту токсичних речовин – важких металів (ВМ). Попереднє вилучення їх водорозчинних та рухливих форм може зменшити токсичність ОМСВ та зробити їх придатними для подальшого використання.

Виходячи з вищезазначеного, метою нашого дослідження було вивчення ефективності вилучення з осадів міських стічних вод (ОМСВ) рухливих форм ВМ при застосуванні комплексоутворюючих реагентів, зокрема комплексону тетранатрієвої солі етилендіамінтетраацетату (Na<sub>4</sub>ЕДТА, трилону Б).

### МАТЕРІАЛ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджено зразки осадів міських стічних вод (загалом 90 проб), які зберігалися протягом 3-х років на мулових майданчиках Південної станції аерації міста Дніпропетровська. Як екстрагент ВМ використовували 0,05 М та 0,1 М розчини Na<sub>4</sub>ЕДТА. Для визначення оптимальної концентрації та об'єму Na<sub>4</sub>ЕДТА для екстракції ВМ з ОМСВ використовували такі співвідношення ОМСВ/ Na<sub>4</sub>ЕДТА: 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4. Для визначення ефективності вилучення ВМ після обробки ОМСВ вищезазначеними розчинами досліджували також необроблені осади (контроль) та фільтрат. Вміст валових та рухомих форм важких металів визначали за допомогою атомно-абсорбційного методу з використанням спектрофотометру ААС-1N в полум'ї газової суміші «ацетилен-повітря». Рухомі форми важких металів вилучали з ОМСВ за допомогою буферного амонійно-ацетатного розчину з рН 4,8. Одержані

результати оброблені традиційними методами варіаційної статистики з використанням інтегрованої програми MS Excel 2000.

**РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ**

У результаті проведення досліджень було виявлено, що валовий вміст ВМ у необроблених

осадах перевищує їх фонові значення для чорноземних ґрунтів: для Zn – у 4,2 разу, Cu – у 3,5 разу, Ni – у 2,16 разу. Вміст Mn був у межах фонових значень (табл. 1). Вміст рухомих форм досліджуваних металів знаходився в межах ГДК.

Таблиця 1

**Порівняльна оцінка вмісту ВМ в необроблених ОМСВ та фільтраті**

Об'єкт дослідження	Форма присутності	Концентрація мг/кг (M±m), клас небезпеки в ґрунті						
		Zn (I)	Mn	Cu (I)	Ni (II)	Cd (I)	Pb (I)	Cr (II)
ОМСВ без обробки	Валова:	229,63±10,1	248±2,3	70,9±3,3	73,33±2,11	2±0,0	<0,1	<0,1
	Рухома:	3,33±0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Водорозчинна	<0,1	8,8±1,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Фільтрат	Валова:	109,63±11,3	41,33±2,4	21,33±1,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Рухома:	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Водорозчинна	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Фонові концентрації	Валова	54	1017	20	34	-	15	62
ГДК у ґрунті, (мг/кг)	Валова	-	1500 (1500)	-	-	-	32,0 (260)	80,0
	Рухома	23,0 (200)	-	3,0 (72,0)	4,0(14,0)	-	-	6,0

Примітка. \*У дужках наведені ГДК важких металів за міграційно-водним показником шкідливості

При оцінці вмісту ВМ у фільтраті, який утворився після обробки осади розчином Na<sub>4</sub>ЕДТА, було визначено, що утворені комплексонати ВМ добре розчинні у воді та досить довгий час утримуються у ґрунтовому розчині.

Нами встановлено, що для запобігання додаткового надходження ВМ у об'єкти довкілля з органо-мінеральними добривами, виготовленими на основі ОМСВ, найбільш ефективним є використання 0,1 М розчину Na<sub>4</sub>ЕДТА у співвідношенні 2:1, оскільки при цьому забезпечується найбільш повне вилучення ВМ (табл. 2). Вміст ВМ в оброблених осадах зменшується до рівнів, що є нижчими за фонові значення. Враховуючи також економічний аспект цього питання, найбільш доцільним у практиці буде застосування 0,1 М розчину Na<sub>4</sub>ЕДТА у співвідношенні 1:1, оскільки при цьому залишкові концентрації ВМ у ОМСВ також не перевищують фонові для регіональних ґрунтів [5].

Властивість комплексонів утворювати з металами і, перш за все, з життєво важливими для рослин елементами високостійкі комплекси є передумовою їх використання як модифікаторів традиційних органо-мінеральних добрив.

Численними попередніми дослідженнями [2, 4, 6] доведено, що більшість ВМ у мікрокілках є необхідними елементами живлення та розвитку рослин, належать до мікроелементів (біметалів). Іони біометалів (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>) доповнюють поживну дію основних макроелементів, таких як С, О, N, P, S. Застосування мінеральних солей металів для збагачення ґрунтів, як правило, є неефективним і економічно не вигідним. Тому в останні роки збільшується інтерес науковців до створення ефективних та екологічно безпечних регуляторів росту, які збільшують врожайність та покращують якість продукції за рахунок підвищення стійкості рослин до негативних факторів оточуючого середовища (нестача вологи, низькі та високі температури, хвороби, дія радіонуклідів та ін.): розробляються методи їх синтезу, визначаються механізми їх дії та способи застосування.

У руслі проведеного дослідження це є перспективою подальшого наукового пошуку для визначення можливості використання розчинів комплексонатів ВМ після обробки ОМСВ як регуляторів росту рослин.

Ефективність застосування розчину  $\text{Na}_4\text{EDTA}$  як екстрагенту ВМ з ОМСВ

Співвідношення розчину $\text{Na}_4\text{EDTA}$ : ОМСВ	Форма присутності	Концентрація мг/кг ( $M \pm m$ ), клас небезпеки в ґрунті					
		Zn (I)		Mn		Cu (I)	
		0,05 M	0,1 M	0,05 M	0,1 M	0,05 M	0,1 M
2:1	Валова	120,67±2,13	22,59±2,60	68,0±2,4	<0,1	26,66±2,45	4,0±0,23
	Рухома	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Водорозчинна	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1:1	Валова	144,33±4,11	69,68±3,82	108,88±12,34	41,33±5,34	29,33±2,11	21,33±2,56
	Рухома	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Водорозчинна	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1:2	Валова	163,33±21,4	114,82±4,56	112,32±11,02	100,0±14,5	40±11,0	25,3±7,89
	Рухома	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,8±0,01	<0,1
	Водорозчинна	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1:3	Валова	180,3±13,2	129,32±6,78	129,44±8,99	148,0±23,0	48,0±6,5	33,3±1,2
	Рухома	1,2±0,07	<0,1	<0,1	<0,1	2,1±0,04	<0,1
	Водорозчинна	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1:4	Валова	181,66±11,71	141,68±7,35	162,22±7,80	180,0±10,0	66,06±11,03	47,66±11,33
	Рухома	1,2±0,03	<0,1	<0,1	<0,1	2,1±0,12	<0,1
	Водорозчинна	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Фонові концентрації	Валова	54		1017		20	
ГДК у ґрунті, (мг/кг)	Валова	-		-		-	
	Рухома	23,0 (200)		1500 (1500)		3,0 (72,0)	

Примітка. вміст Ni, Cd, Pb, Cr у досліджуваних зразках <0,1 (мг/кг). У дужках наведені ГДК важких металів за міграційно-водним показником шкідливості

## ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що валовий вміст ВМ у необроблених ОМСВ Південної станції аерації м. Дніпропетровська перевищує фонові значення: для Zn – у 4,2, Cu – у 3,5, Ni – у 2,16 рази. Вміст Ni, Cd, Pb, Cr у досліджуваних зразках <0,1 мг/кг. Вміст рухомих форм ВМ знаходиться в межах ГДК.

2. Визначено, що оптимальною концентрацією розчину  $\text{Na}_4\text{EDTA}$  для вилучення ВМ з

ОМСВ є 0,1 M розчин у співвідношенні 1:1, оскільки при цьому залишкові концентрації ВМ у ОМСВ не перевищують фонові для регіональних ґрунтів.

3. Перспективою подальшого наукового пошуку в такому напрямі є вивчення властивостей розчинів комплексонатів металів та можливість використання фільтрату після вилучення ВМ як регуляторів росту рослин.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Аликбаева Л.А. Эколого-гигиенические аспекты утилизации осадков сточных вод высокоурбанизированных территорий / Л.А. Аликбаева // Вісник гігієни та епідеміології. – 2006. – Т. 10, № 1. – С. 164 – 168.
- Біологічно активні комплексонати металів / І.Й. Сейфулліна, О.Є. Марцинко, О.Г. Песарогло [та ін.] // Вісник Одес. нац. ун-ту. – 2007. – Т. 9, вип. 2. – С. 5-13.
- Використання осадів міських стічних вод для ландшафтної рекультиватії техногенно порушених територій: матеріали 5-й міжнародної конференції ["Сотрудничество для решения проблемы отходов"], (Харьков, 2-3 апреля 2008 г.) / О.А. Шевченко, Е.А. Деркачев, Ю.Б. Смирнов, Л.В. Григоренко [та ін.] – Харьков, 2008. – С. 312-314.
- Зыкова И.В. К вопросу о способе химического обезвреживания избыточных активных илов и осадков биологической очистки сточных вод от тяжелых металлов / И.В. Зыкова, В.П. Панов // Актуальные проблемы неорганической и аналитической химии: межвуз. тематический сб. науч. тр. – 2006. – Вып. 2. – С. 98 – 102.
- Фатеев А.І. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України/А.І. Фатеев, Я.В. Пашенко.- Харків: Нац. наук. центр «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», 2006.-117 с.
- Shelton J.E. Utilization of wastewater biosolids compost for agronomic and horticulture// WEF/AWWA Jt. Residuals / Biosolids Conf., Proc., 4th.-2009.