

УДК 504.05/064+550.424.6 (477.83)

А.С. Войціховська<sup>1</sup>, В.В. Карабин<sup>2</sup>, В.Д. Погребенник<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна

<sup>2</sup> Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів, Україна

## Поширення різних за рухомістю форм цинку у ґрунтах у зоні техногенезу сміттєзвалищ

Полігони твердих побутових відходів, яких в Україні налічується близько 770, є небезпечним джерелом надходження у довкілля різноманітних сполук важких металів. Одним із таких небезпечних металів є цинк, поширення різних форм якого у ґрунтах Львівського, Дрогобицького, Трускавецького та Бориславського сміттєзвалищ розглянуто у цій статті. Визначення рухомих, кислоторозчинних та нерозчинних форм цинку виконано методом атомної абсорбції з використанням спектрофотометра С-115-М1. Встановлено фонову концентрацію цинку. Зокрема, вміст валової форми у незабруднених ґрунтах поблизу Львівського, Дрогобицького та Трускавецького сміттєзвалищ є близьким і коливається від 12,6 до 19, 2 мг/кг. У ґрунтах поблизу Бориславського сміттєзвалища цей показник є суттєво вищим – 26,9 мг/кг. Фонова концентрація рухомих форм цинку становить 1,88 мг/кг поблизу Трускавецького сміттєзвалища, 1,99 – Львівського, 2,4 – Бориславського, 3,4 – Дрогобицького. У більшості досліджуваних зразках ґрунтів, відібраних у зоні впливу сміттєзвалищ, концентрація рухомих форм цинку є більшою за їхні фонові концентрації. Найбільший коефіцієнт концентрації досліджуваних форм цинку зафіксовано у ґрунтах Трускавецького сміттєзвалища. Зокрема, вміст рухомих форм цинку у ґрунтах Трускавецького сміттєзвалища у 6,97 разів перевищує фонові значення.

Ключові слова: цинк, форми знаходження цинку, сміттєзвалище, ґрунт, гранично допустима концентрація, техногенний вплив, Львів, Трускавець, Борислав, Дрогобиць.

Проблема охорони земель в Україні є особливо актуальною, оскільки стан земельних ресурсів є передумовою національної безпеки держави. Забруднення ґрунтів різноманітними антропогенними забруднювачами, зокрема, важкими металами, є одним з чинників їх втрати. Зменшення концентрації важких металів у ґрунті відбувається дуже повільно. Це означає, що забрудненими ділянки залишатимуться впродовж десятків років.

Важливість охорони ґрунтів зумовлена тим, що вони є основним джерелом одержання продуктів харчування, сировини та матеріалів. Накопичення важких металів в організмі людини здійснюється в основному за рахунок споживання продуктів харчування. Біоаккумуляція важких металів у ланцюгах екосистем дуже висока, і, відповідно, людина, що знаходиться на вершині трофічного ланцюга, може одержувати продукти з концентрацією токсикантів у 100 – 10000 разів вищою, ніж у ґрунті [1]. Відтак, забруднення ґрунтів важкими металами може на тривалий час зробити неможливим виробництво якісної сільськогосподарської продукції і, таким чином, опосередковано впливає на здоров'я людини.

У ґрунти важкі метали надходять з викидами підприємств і транспорту, стічними водами, відходами промисловості, побутовим сміттям, мінеральними добривами і пестицидами [2]. Як правило, значна забрудненість ґрунтів спостерігається в межах промислових зон, звалищ побутового сміття, автомобільних доріг.

В Україні функціонує близько 770 полігонів твердих побутових відходів загальною площею майже 3 тис. гектарів [3]. Площа сміттєзвалищ становить близько 0,005 % території країни, що є дуже високим відсотком для країн Європи. Окрім відносно безпечних відходів складених папером, склом, будівельними матеріалами тощо, комунальні сміттєзвалища України містять небезпечні відходи III класу у кількості понад 18 млн т [3].

На території Львівської області налічується майже 2 тисячі населених пунктів, у яких проживає 2,51 млн осіб. Разом з промислово-господарським комплексом створюється щорічно близько 5,0 млн м<sup>3</sup> твердих побутових відходів, з яких централізованим збором та

захороненням охоплено лише 1,7 млн м<sup>3</sup> (37%), решта вивозиться стихійно. Ці відходи практично без сортування (частково відділяється папір, поліетилен і незначна частина скляної тари) вивозяться на сміттєзвалища, яких у області є 53 міських і селищних та 519 сільських. Загальна площа, зайнята під сміттєзвалища, складає 461 га, в тому числі під стихійні – 300 га (65%). Більшість сміттєзвалищ влаштовані без проектів на їх будівництво і роботу [4].

Окремою надзвичайно складною екологічною і соціальною проблемою, є питання функціонування Львівського міського сміттєзвалища, розташованого біля с. Грибовичі Жовківського району, на яке щороку вивозиться близько 1 млн м<sup>3</sup> побутових та невелика кількість малонебезпечних промислових відходів. Сміттєзвалище перевищило передбачені санітарними нормами терміни функціонування. На сьогодні відсутнє рішення щодо розміщення нового полігону для Львова.

Однією з причин такого стану зі сміттєзвалищами, а також у цілому з побутовими відходами, є невиконання в повному обсязі обов'язків, покладених на районні державні адміністрації та органи місцевого самоврядування у цій сфері, а саме: організація збирання і видалення побутових та інших відходів, у тому числі відходів дрібних виробників; створення полігонів для їх захоронення, а також здійснення роздільного збирання корисних компонентів цих відходів.

Внаслідок розміщення твердих промислово-побутових відходів на сміттєзвалищах, значні площі земель, часто родючих, відчужуються і вилучаються з активного господарського використання. При розміщенні відходів негативний вплив на природне середовище полягає у порушенні ландшафтів, забрудненні ґрунтів, повітряного басейну, поверхневих і підземних вод, що призводить до деградації природних екосистем, зміни умов проживання й стану здоров'я людей. Особливо небезпечне забруднення вод та ґрунтів важкими металами у формах доступних для поглинання рослинами. Одним з таких металів є цинк, який широко використовується промисловістю і, відповідно, в значній кількості присутній на сміттєзвалищах.

**Метою** роботи є аналіз закономірностей поширення різних форм цинку у ґрунтах у зоні техногенезу сміттєзвалищ.

**Об'єктом** досліджень є ґрунти в зоні впливу сміттєзвалищ Дрогобича, Трускавця, Борислава та Львова, які адміністративно знаходяться в Львівській області України.

Територія Дрогобицького, Трускавецького, Бориславського сміттєзвалищ знаходяться в Бориславсько-Покутській зоні Передкарпатського прогину і характеризується значною строкатістю геологічної будови, наявністю багатьох диз'юнктивних порушень, складними геодинамічними і гідрогеологічними умовами, широким розвитком небезпечних екзогенних процесів тощо. На ділянках досліджень домінують дерново-середньо і сильнопідзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти на суглинках терас річок Передкарпаття. Особливістю цих ґрунтів є оглеєність їхнього профілю внаслідок поверхневого перезволоження, низький ступінь насиченості основами, висока кислотність, дуже низький вміст рухомих фосфатів, незадовільний азотний режим і значна концентрація рухомого алюмінію [5].

Дрогобицьке сміттєзвалище має площу 4,9 га, об'єм відходів – близько 468 тис. т, щорічний ліміт надходження відходів – 32 тис. т. Бориславське сміттєзвалище займає площу 3 га та об'єм твердих побутових відходів – 427 тис. т з лімітом 31 тис. т щорічного розміщення відходів. Сміттєзвалище м. Трускавця не функціонує, оскільки Державна екологічна інспекція в Львівській області в 2009 році ухвалила рішення про його зупинення. Площа об'єкта становить 2,7 га, об'єм – 414 тис. т.

Львівський полігон твердих побутових відходів знаходиться в 3 км на північ від меж міста. Сумарна його площа становить 33,6 га, об'єм – понад 10 млн т. До 1990 року на полігоні складувалися не лише побутові, але й токсичні промислові відходи. Їх кількість за орієнтовними оцінками сягає 2 млн т. З 1990 р. на полігон вивозяться лише промислові відходи 3 та 4 класів небезпеки.

Навколо сміттєзвалища влаштовано обвідну дренажну каналу, яка збирає і транспортує дренажні й дощові води до двох ґрунтових збірників фільтрату сумарним об'ємом приблизно 5000 м<sup>3</sup>, облаштованих біля його південно-східного підніжжя. На території сміттєзвалища розташовано 3 накопичувачі загальною площею близько 6 га, які містять понад 200 тис. т кислих гудронів.

Львівський полігон твердих побутових відходів розташований у складних геоморфологічних, геологічних та гідрогеологічних умовах. Ділянка розміщення полігону належить до зони зчленування горбистої височини Розточчя та Малехівського лесового пасма Малого Полісся. У межах цієї території поширені сірі опідзолені, меншою мірою ясно-сірі лісові ґрунти на Малехівському лесовому пасмі й Розточчі та лучні, лучно-болотні, торфувато-болотні ґрунти в долинах річок і потоків. За механічним складом вони супіщані, крупнопилувато-легкосуглинкові, піщано-середньосуглинкові. Практично усі вони характеризуються кислою реакцією середовища, що сприяє формуванню рухомих форм багатьох важких металів і їх засвоєнню рослинами.

**Методика досліджень.** Відбір проб ґрунту проводився згідно ГОСТ 17.4.4.02–84. Відібрано точкові та об'єднані проби.

Визначення рухомих, кислоторозчинних та нерозчинних форм важких металів виконано методом атомної абсорбції з використанням спектрофотометра С–115–М1 [6]. Кислоторозчинні форми важких металів визначали у витяжці з 1М розчином  $\text{HNO}_3$ , рухомі форми – з ацетатно-амонійним буферним розчином з рН 4,8, нерозчинні форми – з 50 %  $\text{HNO}_3$  та концентрованим  $\text{H}_2\text{O}_2$  (аналітик А. С. Войціховська).

Одномолярний розчин азотної кислоти екстрагує доступні форми важких металів. Цей екстрагент характеризує потенційно доступні для поглинання рослинами кількості металів, тобто вони більш придатні для оцінювання техногенного забруднення ґрунтів.

Один з найпоширеніших в Україні селективних екстрагентів, який використовують для вилучення рухомих форм важких металів – ацетатно-амонійний буферний розчин з рН 4,8 має досить сильну реакційну здатність. У розчин при цьому переходить частина обмінних катіонів, відбувається гідроліз сполук, утворюються ацетатні або амонійні комплексні сполуки. Завдяки високій буферній ємності цього розчину, реакція середовища під час вилучення важких металів з різних ґрунтів залишається стабільною. За складом та кислотними властивостями його не вважають агресивним, а за розчинною здатністю він наближається до кореневих систем рослин [7]. Найсуттєвішою перевагою цього реагенту називають саме пропорційність між кількістю елементів, яку він вилучає, та їх накопиченням у рослинах. Крім того, розчин не містить йонів, які б реагували з елементами, які визначають, не руйнує органічну речовину та не екстрагує її; максимальна кількість йонів, які вилучають, переходить до розчину за перші 5 хвилин [8]. Зараз цей екстрагент використовують для вилучення рухомих форм металів [9].

Вміст металів у досліджуваних пробах ґрунтів розраховували за формулою:

$$X = \frac{V \times (A1 - A0)}{m},$$

де  $X$  – масова концентрація досліджуваного металу в пробі ґрунту, мг/кг;  $A1$  – концентрація металу у витяжці ґрунту, мг/дм<sup>3</sup>;  $A0$  – концентрація металу у холостій пробі, мг/дм<sup>3</sup>;  $V$  – об'єм досліджуваного розчину, см<sup>3</sup>;  $m$  – маса повітряно-сухої проби, г.

**Закономірності розподілу цинку в природному середовищі.** За даними А. П. Виноградова кларк цинку в осадових породах рівний 80 мг/кг. Згідно з розрахунками К. Таркяна і К. Ведеполья середній вміст цинку в глинах 95 мг/кг, а у карбонатних породах і пісковиках – 16-20 мг/кг. У ґрунтах цього елемента менше ніж в осадових породах, і його середній вміст складає 50 мг/кг [10].

Загалом, вміст цинку в ґрунтах залежить від ступеня їхньої опідзоленості і вилугування [11]. Вміст цинку в гумусовому шарі ґрунтів Західноукраїнської лісостепової провінції на відносно незабруднених територіях коливається в межах від 25 до 80 мг/кг за середнього значення 58 мг/кг. Спостерігається чітка диференціація у концентрації цинку в ґрунтах різних типів. У чорноземі опідзоленому легкосуглинковому вміст цього металу лише 25 мг/кг, а в темно-сірих опідзолених легкосуглинкових та ясно-сірих середньо-суглинкових ґрунтах концентрації цинку приблизно однакові – 70 і 80 мг/кг відповідно. Вміст цього елемента в торфовищах та болотних ґрунтах в середньому становить 150 мг/кг. Загалом, вміст цинку в ґрунтах Західноукраїнської лісостепової провінції є дещо вищим у порівнянні з ґрунтами Українського Полісся (23 – 56 мг/кг) та нижчим у порівнянні з ґрунтами степової зони України (52 до 109 мг/кг) [12].

У зоні гіпергенезу цей метал переважно знаходиться в сульфідах (сфалерит, вюртцит), сульфатах, силкатах (каламін), карбонатах (смітсоніт), фосфатах, арсенатах (адамін, параадамін), оксидах. Цинк легко адсорбується глинами і колоїдами органічних

речовин і здатний заміщувати ферум, манган, кобальт, магній, нікель в сульфідних та оксидних сполуках. Характерною властивістю йонів цинку є їх сильна поляризація, що спричиняє активний вплив на комплексні аніони типу  $[\text{CO}_3]^{2-}$ ,  $[\text{SO}_4]^{2-}$ , які утворюють з цинком стійкі сполуки. Менш стійкими є комплекси з сульфоаніонами типу  $[\text{As}_m\text{S}_n]^{x-}$  та інші [13]. Рухливість цинку прямо залежить від вмісту фізичної глини [11]. Фонова концентрація рухомих форм цинку в ґрунтах у районі Львівського сміттєзвалища – 1,99 мг/кг, Дрогобицького – 3,06 мг/кг, Бориславського – 1,07 мг/кг, Трускавецького – 1,74 мг/кг.

**Біофільність цинку.** У живій речовині кларк цинку становить 5 мг/кг [10]. Цинк не концентрується більшістю живих організмів, але присутній у значній кількості біохімічних і фізіологічних процесів.

Гранично допустима концентрація (ГДК) рухомих форм цинку в ґрунтах становить 23,0 мг/кг, орієнтовно допустима концентрація (ОДК) валового вмісту цинку в ґрунтах – 100,0 мг/кг [14]. Забруднення валовими формами цинку в Російській Федерації рекомендовано оцінювати відносно орієнтовно допустимих концентрацій, які прийняті для різних типів ґрунтів, і коливаються від 55 мг/кг до 220 мг/кг [15].

**Технофільність цинку.** Відношення маси щорічного видобутку елемента до його кларку в літосфері, тобто технофільність, оцінюють в  $10^8$  [16]. Цинк широко використовують для цинкування бляхи, у сплавах з міддю (латунь), його сполуки слугують пігментами і люмінофорами. Природно, що цей метал буде в значних кількостях присутній у місцях складування побутових та промислових відходів.

**Поширення цинку в ґрунтах ділянок досліджень.** У ґрунтах поблизу Львівського сміттєзвалища цинк у валовій формі присутній в кількостях від 4,96 мг/кг до 32,19 мг/кг, за середньої концентрації 24,29 мг/кг. Максимальні концентрації цинку зафіксовані поблизу спостережних свердловин № 4, 15. У ґрунтах прилеглих до сміттєзвалища сіл (Дубляни, Грибовичі, Малехів, Збиранка), за даними Львівського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції, вміст цього металу варіює від 5,37 мг/кг до 18,28 мг/кг, за середнього значення 11,5 мг/кг. У ґрунтах поблизу сміттєзвалищ Дрогобича, Трускавця і Борислава цинк присутній у більшій кількості (табл. 1).

Таблиця 1. Валовий вмісту цинку в ґрунтах у зоні техногенного впливу сміттєзвалищ

Об'єкт. ґрунти у зоні впливу сміттєзвалищ	Вміст Zn у забруднених ґрунтах, мг/кг			Фоновий вміст Zn, мг/кг
	середнє	мін.	макс.	
Львівського	24,29	4,96	32,19	12,63
Бориславського	25,14			26,90
Дрогобицького	32,68	26,86	38,49	19,24
Трускавецького	37,90	13,47	62,33	15,08

Концентрація цинку в азотнокислотній, ацетатно-амонійній та водній витяжках переважно закономірно зменшується відповідно до дії розчинника (табл. 2).

Таблиця 2. Вміст різних форм цинку в ґрунтах у зоні техногенного впливу сміттєзвалищ

Об'єкт. Сміттєзвалище	Вміст Zn у витяжці з ґрунтів, мг/кг					
	азотнокислий		ацетатно-амонійній		водній	
	мін. – макс.	середнє	мін. – макс.	середнє	мін. – макс.	середнє
Львівське	2,75 – 18,61	12,45	0,67 – 4,71	2,40	0,008 – 0,11	0,044
Бориславське		16,8		2,20		0,023
Дрогобицьке	14,48 – 22,54	18,51	3,40 – 5,21	4,31	0,04 – 0,11	0,08
Трускавецьке	9,26 – 48,3	28,78	1,88 – 13,10	7,49	0,03 – 0,17	0,10

Найвищими концентраціями усіх форм міграції цинку характеризуються ґрунти в зоні впливу Трускавецького сміттєзвалища (рис. 1).

У низці зразків ґрунту у зоні впливу Львівського та Дрогобицького сміттєзвалищ концентрація рухомих, кислоторозчинних та валових форм цинку перевищувала фонові значення. Найвищою концентрацією цинку в ацетатно-амонійній витяжці характеризуються ґрунти Трускавецького та Дрогобицького сміттєзвалищ. Причиною цього є природні особливості ґрунтів, що підтверджують високий вміст рухомих форм цинку на незабруднених ділянках. Зокрема, поблизу Трускавця відомі поклади свинцевих та цинкових руд.

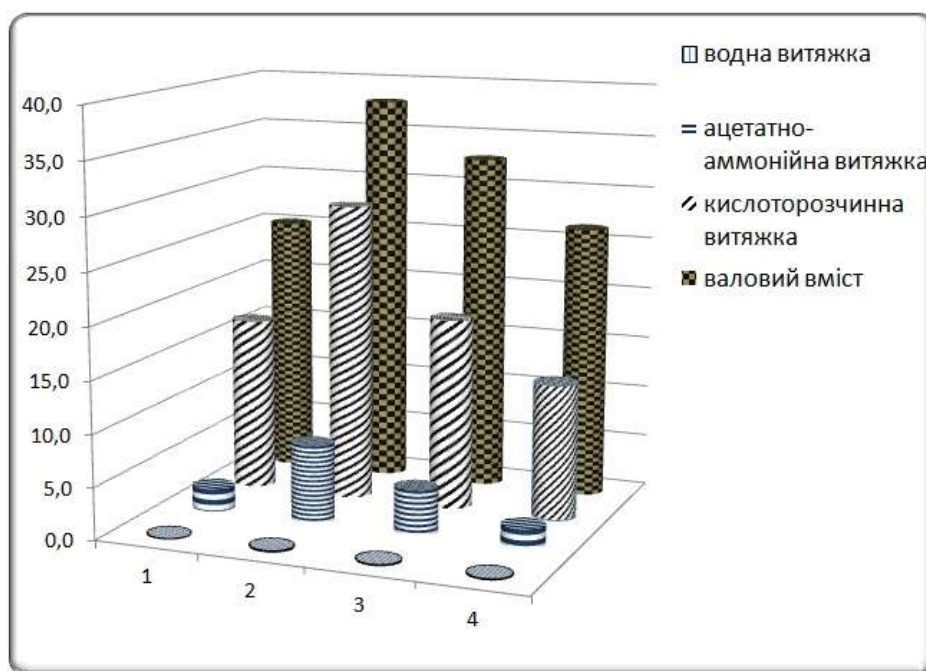


Рис. 1. Розподіл концентрацій різних форм цинку у ґрунтах в зоні техногенезу сміттєзвалищ, мг/кг (сміттєзвалища: 1 – Бориславське, 2 – Трускавецьке, 3 – Дрогобицьке, 4 – Львівське).

Найбільший коефіцієнт концентрації рухомих форм цинку зафіксовано в ґрунтах у зоні впливу Трускавецького сміттєзвалища (6,97). Коефіцієнт концентрації цинку у ацетатно-амонійній витяжці ґрунтів у зоні впливу Бориславського сміттєзвалища становить 0,92, тобто вміст металу на ділянках техногенного впливу є меншим, ніж на незабруднених ділянках.

Таким чином, ґрунти у зоні техногенезу сміттєзвалища Борислава за нашими даними, перебувають у задовільному стані щодо вмісту досліджуваних форм цинку, а Львова та Дрогобича дещо перевищують фонові проби. Стосовно ґрунтів поблизу Трускавецького сміттєзвалища, то занепокоєння спричинює підвищена концентрація всіх досліджуваних форм цинку відносно її фонових значень. На цій ділянці доцільно продовжити та деталізувати моніторингові дослідження.

### Висновки

1. Вміст валових форм цинку в гумусовому шарі ґрунтів Західноукраїнської лісостепової провінції на відносно незабруднених територіях коливається в межах від 25 до 80 мг/кг за середнього значення 58 мг/кг. Спостерігається чітка диференціація у концентрації цинку у ґрунтах різних типів. У чорноземі опідзоленому легкосуглинковому вміст цього металу лише 25 мг/кг, а в темно-сірих опідзолених легкосуглинкових та ясно-сірих середньо суглинкових ґрунтах – 70 - 80 мг/кг.
2. Фонова концентрація рухомих форм цинку у ґрунтах в районі Львівського сміттєзвалища становить 1,99 мг/кг, Дрогобицького – 3,4 мг/кг, Бориславського – 2,4 мг/кг, Трускавецького – 1,88 мг/кг.
2. У більшості досліджуваних зразках ґрунтів в районі досліджуваних сміттєзвалищ концентрація рухомих форм цинку є більшою за їх фонові концентрації.
3. Найменші концентрації рухомих, кислоторозчинних, водорозчинних та валових форм встановлено в районі Бориславського сміттєзвалища.
4. Найбільший коефіцієнт концентрації досліджуваних форм цинку зафіксовано в ґрунтах в зоні впливу Трускавецького сміттєзвалища. Зокрема, коефіцієнт концентрації рухомих форм металу становить 6,97.

### Бібліографічний список

1. Патика В.П. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів / В.П. Патика, Н.А. Макаренко, Л.І. Моклячук та ін. – К.: Основа, 2005. – 300 с.

2. Постанова КМУ “Про затвердження Програми поводження з твердими побутовими відходами” від 4 березня 2004 р. – № 265.
3. Статистичний щорічник України за 2009 рік; ред. О.Г. Осауленка. – К.: Державний комітет статистики України, 2010. – С. 566 // режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).
4. Обласна програма поводження з твердими побутовими відходами на період 2007-2015 років. – Львів, 2007.
5. Природа Львівської області; ред. Геренчука К.І. – Львів: Видавництво Львівського університету, 1972. – 150 с.
6. Определение содержания тяжелых металлов в пробах почвы. Сборник "Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства." (издание 2-е, перераб. и доп.). – М., 1992. – 238 с.
7. Александрова А.М. Методы определения подвижных форм микроэлементов в почвах (Методические рекомендации) / А.М. Александрова, Л.П. Головина, Н.М. Лисенко. – Харьков, 1978. – 44 с.
8. Зырин Н.Г. Микроэлементы (бор, марганец, медь, цинк) в почвах Западной Грузии / Н.Г. Зырин, Г.В. Мотузова, В.Д. Симонов, А.И. Обухов / Содержание и формы микроэлементов в почвах. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – С. 3-159.
9. ДСТУ 4770.1-9:2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.
10. Краткий справочник по геохимии; ред. Войткевич Г.В., Мирошников А.Е., Поваренных А.С., Прохоров В.Г. – М.: Недра, 1970. – 280 с.
11. Геохимические особенности и плодородие почв УССР: Сб. статей. – К.: Урожай, 1969. – 200 с.
12. Жовинский Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева. – К.: Наукова думка, 2002. – 213 с.
13. Лукашев К.И. Геохимическое поведение элементов в гипергенном цикле миграции / К.И. Лукашев. – Минск: Наука и техника, 1964. – 463 с.
14. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК), утв. МЗ СССР от 01.02.85. – № 3210-85.
15. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.020–94 "Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах" (Дополнение N 1 к перечню ПДК и ОДК N 6229–91) (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 27 декабря 1994 г. N 13).
16. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А. Глазовская. М.: Высшая школа, 1988. – 328 с.

Надійшла до редколегії 14.02.13.

А. С. Войциховская<sup>1</sup>, В. В. Карабын<sup>2</sup>, В. Д. Погребенный<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный университет “Львовская политехника”, Львов, Украина

<sup>2</sup>Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности, Львов, Украина

## Распространение разных по подвижности форм цинка в почвах в зоне техногенеза свалок

Полигоны твердых бытовых отходов, которых в Украине насчитывается около 770, являются опасным источником поступления в окружающую среду различных соединений тяжелых металлов. Одним из таких опасных металлов является цинк, распространение различных форм которого в почвах Львовской, Дрогобычской, Трускавецкой и Бориславской свалок рассмотрены в этой статье. Определение подвижных, кислоторастворимых и нерастворимых форм цинка выполнено методом атомной абсорбции с использованием спектрофотометра С-115-М1. Установлено фоновую концентрацию цинка. В частности, содержание валовой формы в незагрязненных почвах вблизи Львовской, Дрогобычской и Трускавецкой свалок является близким и колеблется от 12,6 до 19, 2 мг/кг. В почвах вблизи Бориславской свалки этот показатель существенно выше - 26,9 мг/кг. Фоновая концентрация подвижных форм цинка составляет 1,88 мг/кг вблизи Трускавецкой свалки, 1,99 - Львовской, 2,4 - Бориславской, 3,4 - Дрогобычской. В большинстве исследуемых образцах почв, отобранных в зоне влияния свалок, концентрация подвижных форм цинка превышает их фоновые концентрации. Наибольший коэффициент концентрации исследуемых форм цинка зафиксировано в почвах вблизи Трускавецкой свалки. В частности, содержание подвижных форм цинка в почвах Трускавецкой свалки в 6,97 раз превышает фоновые значения.

Ключевые слова: цинк, формы нахождения цинка, почва, предельно допустимая концентрация, техногенное влияние, Львов, Трускавец, Борислав, Дрогобыч.

A. S. Voitsikhovska<sup>1</sup>, V. V. Karabyn<sup>2</sup>, V. D. Pohrebennyk<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

<sup>2</sup> Lviv State University of Vital Activity Safety, Lviv, Ukraine

## Distribution of different forms of mobility of zinc in soils in the zone of technogenic dumps

Landfills for solid waste, the number of which in Ukraine is about 770, are a dangerous source of various compounds of heavy metals that get into the environment. One of such hazardous metals is zinc, and this article discusses occurrence of different forms of this metal in soils on Lviv, Drohobych, Truskavets and Boryslav landfills. In order to identify mobile, acid-soluble and insoluble forms of zinc the method of atomic absorption was applied using a spectrophotometer C-115-M1. The background concentration of zinc has been determined. In particular, the content of the gross form in uncontaminated soils near Lviv, Drohobych and Truskavets landfills is similar and ranges from 12.6 to 19, 2 mg/kg. In soils near the Boryslav landfill this figure is significantly higher - 26.9 mg/kg. The background concentration of mobile forms of zinc is 1.88 mg/kg near the Truskavets landfill, 1,99 – near the Lviv landfill, 2.4 – near the Boryslav landfill, 3.4 – near the Drohobych landfill. The majority of the studied soil samples taken from the zone of landfill impact show that concentrations of mobile forms of zinc are higher than their background concentrations. The highest coefficient of the studied forms of zinc was revealed in soils on the Truskavets landfill. In particular, the content of mobile forms of zinc in soils on the Truskavets landfill is 6.97 times higher than the background values.

Keywords: zinc, zinc forms of occurrence, soil, maximum permissible concentration, the influence of man-made, Lviv, Truskavets, Boryslav, Drohobycz.