

УДК 550.4

І.В. Кураєва*, Ю.Ю. Войтюк*,
В.Й. Манічев **ЕКОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ГРУНТІВ В ЗОНІ ВПЛИВУ ПІДПРИЄМСТВ
ЧОРНОЇ МЕТАЛУРГІЇ М. МАРІУПОЛЯ* Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України,
Київ,

** Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, Київ

Вивчено закономірності розподілу і форми знаходження важких металів у ґрунтах і компонентах оточуючого середовища поблизу комбінатів чорної металургії м. Маріуполь. Встановлено, що багаторічна діяльність комбінатів («Азовсталь» – 77 років, «ММК ім. Ілліча» – 113 років) призвела до забруднення ґрунтів, рослинності, донних відкладів важкими металами. Вміст важких металів значно перевищує фонові значення та граничнодопустимі концентрації (ГДК). Встановлено, що трав'янистими рослинами (*Elytrigia repens*) найбільш інтенсивно поглинаються Мо, Cu і Sn. Рівень забруднення м. Маріуполь оцінено як високий.

Проведені біогеохімічні дослідження ґрунтів. У ґрунтах біля комбінату «Азовсталь» домінували і у ґрунтах біля «ММК ім. Ілліча» часто зустрічалися мікроскопічні гриби *Aspergillus flavus* і *Aspergillus fumigatus*, що відносяться до III групи патогенності і можуть викликати різні захворювання людини і тварин.

Изучены закономерности распределения и формы нахождения тяжелых металлов в почвах и компонентах окружающей среды вблизи комбинатов черной металлургии г. Мариуполь. Установлено, что многолетняя деятельность комбинатов («Азовсталь» – 77 лет, «ММК им. Ильича» – 113 лет) привела к загрязнению почв, растительности, донных отложений тяжелыми металлами. Содержания тяжелых металлов значительно превышают фоновые значения и предельно допустимые концентрации (ПДК). Установлено, что травянистыми растениями (*Elytrigia repens*) наиболее интенсивно поглощаются Мо, Cu и Sn. Уровень загрязнения г. Мариуполь оценен как высокий.

Проведены биогеохимические исследования почв. В почвах около комбината «Азовсталь» доминировали и в почвах около «ММК им. Ильича» часто встречались микроскопические грибы *Aspergillus flavus* и *Aspergillus fumigatus*, которые относятся к III группе патогенности и могут вызывать различные заболевания человека и животных.

Вступ

Забруднення довкілля важкими металами, що є наслідком діяльності підприємств чорної металургії, почало цікавити науковців з заснуванням перших металургійних підприємств [13]. Однак найбільш переконливо задокументовані дослідження металургійного заводу в м. Садбері, Онтаріо, Канада, де площа близько 500 км² навколо заводів серйозно постраждала від діоксиду сірки і інших викидів. Вплив промислових підприємств на геохімічні середовища вивчали Глазовська М.А. [3], Кузнецов В.А. [6], Лукашев К.І. [7], Сает Ю.Е. [11], Гармаш Г.А. [2]

та ін. На Україні такі дослідження проводили Міцкевич Б.Ф., Самчук А.І. [10], Жовинський Е.Я., Кураєва І.В. [5]. Біогеохімічними дослідженнями займалися Добровольський В.В. [4], Андреюк К.І. [1] та ін.

Маріуполь займає одне з перших місць на Україні по об'ємам викидів шкідливих речовин промисловими підприємствами. Найбільшими забруднювачами оточуючого середовища в місті є два великих комбінати чорної металургії – «ММК ім. Ілліча» та «Азовсталь». Комбінат «Азовсталь» був побудований в 1933 році поблизу гирла річки Кальміус, фактично на узбережжі Азовського моря, без урахування переважаючого напрямку вітру і тому значна частина викидів комбінату припадає на найбільш густонасе-

© Кураєва І.В., Войтюк Ю.Ю.,
Манічев В.Й., 2011

лені райони міста. Значного антропогенного навантаження на оточуюче середовище завдає «ММК ім. Ілліча», побудований у 1897 році, особливо аглофабрика і доменний цех.

До 1990 р. металургійними підприємствами міста виплавлялося 13 млн т сталі на рік (10% від загального виробництва в СРСР). Викиди в атмосферу від всіх підприємств міста досягали 610 тис. т на рік. До 1996 р. у зв'язку з економічною кризою обсяг виробництва знизився і викиди в атмосферу склали 340 тис. т на рік. У 1997 р. намітився деякий ріст металургійного виробництва, викиди в атмосферу також дещо збільшилися і склали 350,3 тис. т.

Маріуполь розташований на півдні Донецької області, біля впадіння р. Кальміус в Азовське море. Поверхня рівнинна, слабохвиляста, до моря обривається крутим уступом, вздовж моря – вузька смуга піщаного узбережжя. Місцевий клімат помірно-континентальний. Напрямок вітру взимку переважно східний, влітку – північний.

У ґрунтовому покриві переважають чорноземи звичайні на суглинках, потужність яких в середньому складає 70-80 см, рН від 7,1 до 7,5. Вміст гумусу в незабруднених ґрунтах від 2,0 до 4,5 %. Суглинки мають ярко-буре забарвлення, їх потужність досягає 2 м.

Об'єкти досліджень

Було проведено дослідження проб ґрунту (глибина відбору проб 0-5 см), рослинності, донних відкладів та пилу, відібраних поблизу комбінатів чорної металургії у м. Маріуполь Донецької області.

Методи та методика досліджень

Використовувалась фізико-хімічні та хімічні методи дослідження: атомно-абсорбційний, спектральний, а також гранулометричний, мінералогічний, мікробіологічний. Для дослідження форм знаходження важких металів в ґрунтах використовувався метод постадійних витяжок, розроблений Кузнецовим В.А. [6]. При проведенні біогеохімічних досліджень мікроміцети виділяли методом посіву ґрунтової суспензії на агаризовані живильні середовища: сусло, картопляно-глюкозне і середу Чапека [8]. Для ідентифікації мікроскопічних грибів користувалися визначниками вітчизняних і

ґрунти міських ландшафтів в цілому є антропогенним утворенням. В мінеральному складі цих ґрунтів переважає кварц, польовий шпат, уламки порід (кристалічних і осадових), мінерали групи слюд, серед яких часто спостерігається біотит. Глинисті мінерали представлені в основному каолінітом і гідрослюдою. В ґрунтових відкладах (глибина відбору проб 0-5 см), що примикають до промислової зони комбінатів, спостерігається значний вміст уламків шлаків і зольних сферичних утворень, що є частиною аерозольних викидів із труб.

Ландшафти зазнають інтенсивного екогеохімічного навантаження, яке зумовлене техногенним впливом на довкілля промислових підприємств м. Маріуполя. У повітряних викидах фіксуються значні концентрації азотної, сірчаної і соляної кислот, у ґрунтах представлений широкий спектр найбільш токсичних елементів (ртуті, свинцю, кадмію, фтору, цинку, хрому, миш'яку, фосфору та ін.).

Мета роботи – визначення закономірностей розподілу і форм знаходження важких металів у ґрунтах і компонентах оточуючого середовища поблизу підприємств чорної металургії. Дослідження впливу викидів комбінатів на ґрунтову мікобіоту.

закордонних авторів [14]. Про зміни біоти мікроміцетів робили висновки за частотою їх трапляння [9].

Результати та обговорення

Досліджено ґрунти і донні відклади р. Кальміус, що знаходяться в безпосередній близькості від комбінатів. З метою з'ясування ролі і об'ємів повітряного переносу забруднюючого матеріалу від промислових джерел проведено відбір проб пилу, який є основним джерелом надходження забруднюючого матеріалу в ґрунти і інші природні об'єкти. Результати досліджень представлені у таблиці 1.

В якості фонових були обрані ґрунти державного заповідника НАН України «Хомутівський степ», що знаходиться на відстані 50 км від м. Маріуполя, що має схожий тип ґрунтів.

Таблиця 1 – Вміст важких металів у ґрунті, донних відкладах та пилу, мг/кг

Елемент	МК "Азовсталь"			"ММК ім. Ілліча"			Фонові значення для ґрунту	ГДК для ґрунту
	ґрунт		донні відклади	ґрунт		пил		
	Med Min-Max	σ	Med	Med Min-Max	σ	Med		
Ni	$\frac{62}{30-150}$	30	200	$\frac{52}{30-100}$	19	100	32	100
Co	$\frac{6}{5-8}$	1	8	$\frac{5}{4-8}$	1	5	12	—
V	$\frac{93}{40-200}$	49	100	$\frac{119}{60-350}$	79	400	70	150
Cr	$\frac{85}{30-200}$	42	400	$\frac{326}{80-1000}$	324	2000	80	100
Mo	$\frac{7}{1-30}$	11	1	$\frac{4}{1-10}$	3	6	10	5
Cu	$\frac{95}{30-300}$	84	200	$\frac{75}{40-300}$	59	1000	25	100
Pb	$\frac{141}{40-400}$	113	350	$\frac{129}{50-300}$	84	2000	20	30
Zn	$\frac{403}{100-600}$	166	600	$\frac{574}{100-2000}$	399	10000	100	300
Cd	$\frac{6}{0-10}$	5	20	$\frac{13}{10-20}$	5	20	—	—
Sn	$\frac{10}{3-80}$	20	8	$\frac{6}{3-20}$	4	40	2	—

Примітка. «—» – елемент не визначено або немає даних; в чисельнику Med – середнє значення елемента, в знаменнику Min – мінімальне значення елемента, Max – максимальне; « σ » - стандартне відхилення, «ГДК» – граничнодопустима концентрація.

Концентрації важких металів у ґрунтах поблизу заводів перевищують фонові значення і граничнодопустимі концентрації (ГДК). Концентрації Pb перевищують ГДК у 13,5 рази, Cr у 10 разів, Zn у 6,6 разів, Mo у 6 разів. Оцінка небезпечності забруднення ґрунту по сумарному показнику забруднення [11] дозволила охарактеризувати цей рівень як високий.

Річки слугують колекторами всіх видів забруднення. Донні відклади накопичують відомості про потік елементів в біосфері. Велика кількість важких металів депонуються донними відкладами, тому вони можуть розглядатися як інформаційний показник забруднення оточуючого середовища, у тому числі якості вод. Середні концентрації важких металів у донних відкладах (мг/кг): Ni – 200, Co – 8, V – 100, Cr – 400, Cu – 200, Pb – 350, Zn – 600, Cd – 20.

Ряд дослідників [2] вважають, що основна кількість важких металів (більше 95%) від підприємств чорної металургії потрапляє в атмосферу в вигляді техногенного пилу. Тому нами були досліджені зразки пилу, що відбирався за переважаючим напрямком вітру. Встановлені такі середні концентрації важких металів в пилу (мг/кг): Ni – 100, Co – 5, V – 400, Cr – 2000, Cu – 1000, Pb – 2000, Zn – 10000, Cd – 20. Отримані дані вказують на техногенний фактор надходження важких металів у ґрунти.

Вивчення форм знаходження важких металів у ґрунтах дозволяє оцінити їх міграційну здатність і роль компонентів ґрунту у сорбції чи міграції важких металів в ґрунтах. При забрудненні ґрунтів важкими металами змінюється не тільки валовий вміст, але і рухомість, фракційних склад важких металів в ґрунтах (табл. 2).

Таблиця 2 – Розподіл важких металів в ґрунтах по фракціям

Елемент	Валовий вміст, мг/кг	Фракція (доля валового вмісту, %)					
		I	II	III	IV	V	VI
Ni	57	1,2	2,5	2,8	40,9	20,8	31,8
	32	0,5	1,8	2,1	33,8	26,4	35,4
Co	6	1,9	19,2	5,1	33,4	19,8	20,6
	12	0,2	7,7	2,9	16,2	13,5	59,5
Cu	85	5,2	35,9	4,2	30,6	10,9	13,2
	25	0,3	18,2	1,9	3,4	5,1	71,1
Pb	135	2,9	28,4	8,5	40,9	8,9	10,4
	20	0,2	11,3	2,8	32,6	16,3	36,8
Zn	489	10,4	42,5	6,7	11,9	3,4	25,1
	100	1,5	10,4	7,6	9,2	2,1	69,2

Примітка. Фракції: I – водорозчинна, II – легко обмінних іонів, III – розчинних в слабо кислому середовищі з'єднань, IV – органічної речовини, V – аморфних гідроксидів Fe, Mn, Al, VI – стійка. У чисельнику значення для забруднених територій, у знаменнику для фонових.

В ґрунтах відмічена висока концентрація важких металів зв'язаних з фракцією легко обмінних іонів і підвищений вміст водорозчинних форм по відношенню до фонових. В забруднених ґрунтах збільшується вміст важких металів в фракції з'єднань, зв'язаних з органічною речовиною. Метали міцно утримуються в ґрунтах, в наслідок слабо кислої і нейтральної реакції середовища і достатньо високого вмісту органічної речовини в поверхневих горизонтах ґрунтів, що слугує фізико-хімічною пасткою для важких металів. В ґрунтах поблизу підприємств чорної металургії кількість важких металів в рухомих формах (фракції I-III) зростає і відсоток важких металів, що переходять у витяжку збільшується. Значна частина металів зв'язана з оксидами і гідроксидами заліза. Більша частина металів зв'язана з аморфними з'єднаннями заліза. Доля з'єднань Cu, Ni, Co в цій фракції складає 10,9 %, 20,8 % і 19,8 % відповідно. Ймовірно, це пов'язано з розвитком відновлювальних процесів і оглеєння в перезволожених ґрунтах, які призводять до збільшення долі аморфних з'єднань і відновленню Fe³⁺ до Fe²⁺. З'єднання двовалентного заліза більш рухливі, вони розчинюються при більш високих значеннях рН, а разом з ними звільняються і з'єднання інших важ-

ких металів, співосаджених з оксидами заліза. Ці фактори приводять до збільшення рухомості важких металів при надлишковій вологості ґрунтів. В фонових ґрунтах значна частина важких металів утримується у стійкій фракції, для забруднених ґрунтів ця величина зменшується [12].

Аналіз коефіцієнтів біологічного переходу дозволив виявити деякі закономірності в біологічному поглинанні важких металів рослинами з твердої фази ґрунту (табл. 3).

Найбільш інтенсивно поглинаються Mo, Cu і Sn, далі Ni, Co, Pb, і Zn, слабо поглинаються Cr і V. Коефіцієнт біологічної активності виду, що характеризує інтенсивність поглинання елементів рослинами, становить 8,96.

Були встановлені техногенні аномалії вмісту в ґрунтах Pb і Zn характерні для північно-західної частини «ММК ім. Ілліча», що відповідає кліматичній розі вітрів. Відмічається забруднення північної частини території комбінату, це забруднення може бути пов'язано з викидами комбінату «Азовсталь», що знаходиться на північ від «ММК ім. Ілліча» і забруднення від комбінату «Азовсталь» переноситься переважаючими вітрами на територію «ММК ім. Ілліча». Вміст в ґрунтах цих важких металів показано на моноелементних картах (рис. 1).

Таблиця 3 – Вміст важких металів у рослинності (*Elytrigia repens*) поблизу комбінатів чорної металургії, мг/кг

Елемент	МК "Азовсталь"			"ММК ім. Ілліча"		
	$\frac{\text{Med}}{\text{Min-Max}}$	σ	КБП	$\frac{\text{Med}}{\text{Min-Max}}$	σ	КБП
Ni	$\frac{24}{10-100}$	25	0,38	$\frac{52}{30-100}$	19	0,96
Co	$\frac{3}{1-6}$	1	0,50	$\frac{5}{4-8}$	1	0,80
V	$\frac{6}{5-10}$	1	0,06	$\frac{119}{60-350}$	79	0,07
Cr	$\frac{12}{5-30}$	7	0,14	$\frac{326}{80-1000}$	324	0,05
Mo	$\frac{22}{6-40}$	11	3,14	$\frac{4}{1-10}$	3	3,50
Cu	$\frac{250}{200-350}$	56	2,63	$\frac{75}{40-300}$	59	1,98
Pb	$\frac{61}{10-300}$	81	0,43	$\frac{129}{50-300}$	84	0,39
Zn	$\frac{156}{60-450}$	114	0,38	$\frac{574}{100-2000}$	399	0,33
Cd	$\frac{10}{10-10}$	0	—	$\frac{13}{10-20}$	5	—
Sn	$\frac{9}{3-20}$	4	0,90	$\frac{6}{3-20}$	4	1,33
	БХА		8,56	БХА		9,41
	Зольність, %		13,49	Зольність, %		14,00

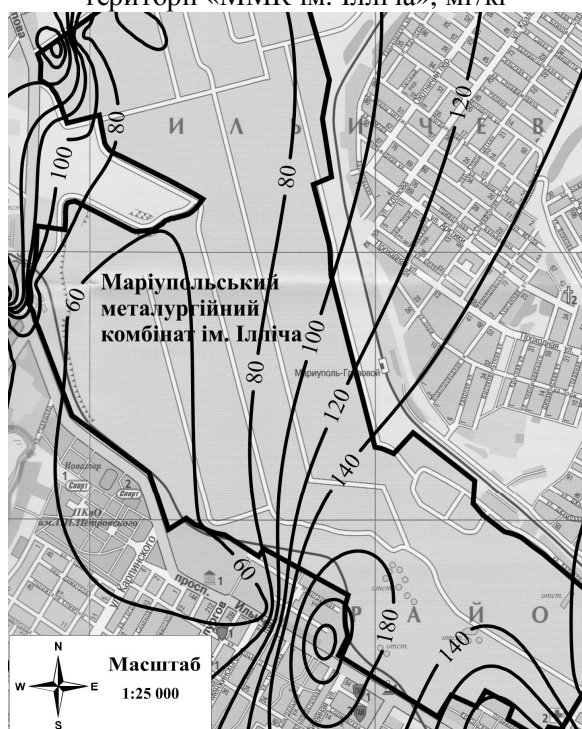
Примітка. «—» - елемент не визначено; в чисельнику Med – середнє значення елемента, в знаменнику Min – мінімальне значення елемента, Max – максимальне; « σ » – стандартне відхилення; «КБП» – коефіцієнт біологічного поглинання; «БХА» – коефіцієнт біологічної активності виду.

При техногенному надходженні важких металів відбувається різкий вплив на природні біологічні комплекси, що призводить до зміни рівноважного стану в спільнотах живих організмів, включаючи мікроскопічні гриби. Внаслідок цього відбувається збіднення первинних спільнот мікроскопічних грибів. Порушення стабільності видового складу мікроскопічних грибів в свою чергу призводить до порушення замкненості кругообігу і змін в хімічному складі ґрунтів. Як показує досвід біогеохімічних досліджень

ґрунтів, при високому техногенному тиску на біоту зростає роль мікроскопічних грибів меланіновмісних видів, як більш стійких до забруднення. Таким чином, з однієї сторони, біогеохімічне вивчення ґрунтів дозволяє встановити ступінь деградації, а з іншої сторони, виявити стани при яких можливі не оборотні природні процеси.

Під час дослідження ґрунтів поблизу підприємств чорної металургії м. Маріуполя було виділено та ідентифіковано 61 штамп 27 видів 15 родів мікроскопічних грибів (табл. 4).

А. Розподіл Pb в ґрунтовому покриві території «ММК ім. Ілліча», мг/кг



Б. Розподіл Zn в ґрунтовому покриві території «ММК ім. Ілліча», мг/кг

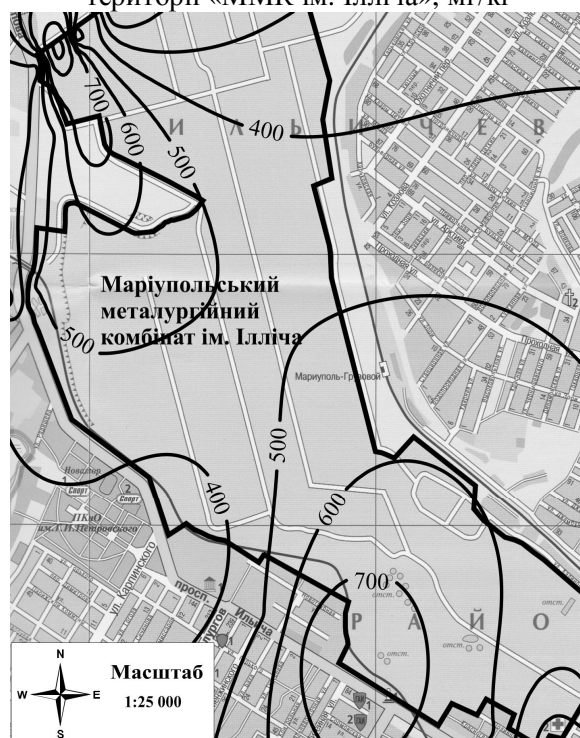


Рис. 1. – Розподіл Pb і Zn в ґрунтовому покриві території «ММК ім. Ілліча»

Таблиця 4 – Частота трапляння мікроскопічних грибів у ґрунтах біля комбінатів чорної металургії «Азовсталь» і «ММК ім. Ілліча»

№	Назва гриба	Частота трапляння, %	
		«Азовсталь»	«ММК ім. Ілліча»
Відділ Zygomycota			
1	<i>Absidia spinosa</i> Lendn.	20,0	–
2	<i>Mucor plumbeus</i> Bonord.	60,0	20
3	<i>Rhizopus oryzae</i> Went & Prins. Geerl.	40,0	–
4	<i>Rhizopus stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	40,0	60
Група Анаморфних грибів			
5	<i>Acremonium strictum</i> W. Gams	20,0	–
6	<i>Aspergillus alliaceus</i> Thom & Church	–	20,0
7	<i>Aspergillus candidus</i> Link	20,0	–
8	<i>Aspergillus flavus</i> Link	60,0	40,0
9	<i>Aspergillus fumigatus</i> Fresen.	60,0	40,0
10	<i>Aspergillus niger</i> Tiegh.	20,0	60,0
11	<i>Aspergillus niveus</i> Blochwitz	–	20,0
12	<i>Aspergillus sclerotiorum</i> G.A. Huber	–	20,0
13	<i>Aspergillus ustus</i> (Bainier) Thom & Church	20,0	–
14	<i>Beauveria bassiana</i> (Bals.-Criv.) Vuill.	–	20,0
15	<i>Geotrichum candidum</i> Link	–	20,0
16	<i>Cladosporium sphaerospermum</i> Penz.	20,0	–
17	<i>Curvularia clavata</i> B.L. Jain	20,0	–
18	<i>Fusarium oxysporum</i> Schldtl.	20,0	–

№	Назва гриба	Частота трапляння, %	
		«Азовсталь»	«ММК ім. Ілліча»
19	<i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc.	–	20,0
20	<i>Mycelia sterilia</i> (white)	40,0	20,0
21	<i>Mycelia sterilia</i> (dark)	–	20,0
22	<i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson	20,0	–
23	<i>Penicillium digitatum</i> (Pers.) Sacc.	20,0	20,0
24	<i>Penicillium griseolum</i> G. Sm.	20,0	–
25	<i>Penicillium restrictum</i> J.C. Gilman & E.V. Abbott	–	20,0
26	<i>Scopulariopsis chartarum</i> (G. Sm.) F.J. Morton & G. Sm.	–	20,0
27	<i>Trichoderma viride</i> Pers.	20,0	–

Примітка. «–» означає відсутність гриба в зразку ґрунту.

Домінуючими видами для ґрунтів, відібраних біля комбінату «Азовсталь» були *Mucor plumbeus*, *Aspergillus fumigatus* і *Aspergillus flavus*. Останні два виду гриба відносяться до III групи патогенності (відповідно до класифікації патогенних для людини мікроорганізмів), здатні продукувати мікотоксини і викликати різні захворювання людини і тварин. Так, *Aspergillus flavus* продукує афлатоксин, афлатрем, стеригматоцистину; викликає легеневі інфекції, отомікози, мікотичні синусити, ендокардити. *Aspergillus fumigatus* здатний продукувати гліотоксин, верукулоген, вірідітоксин, фумігатин, фумігалін, гільвелову кислоту,

ерготоксин; є збудником бронхопневмонії; викликає аспергіломи, кератити, оніхомікози, різного роду алергії. Домінуючими видами для ґрунтів, відібраних біля «ММК ім. Ілліча» були *Rhizopus stolonifer* і *Aspergillus niger*. Важливим фактором є те, що *Aspergillus niger* є меланінвмісний гриб. Часто зустрічалися *Aspergillus flavus* і *Aspergillus fumigatus* (III група патогенності).

Таким чином, спори грибів, які знаходяться в ґрунті біля заводів, потрапляючи разом з пилом в організм, можуть викликати різні захворювання людини і тварин з ослабленим імунітетом.

Висновки

В результаті еколого-геохімічного дослідження були отримані данні про закономірності розподілу важких металів в ґрунтах і донних відкладах в зоні впливу підприємств чорної металургії. Концентрації Pb у ґрунті перевищують ГДК у 13,5 рази, Cr у 10 разів, Zn у 6,6 разів, Mo у 6 разів. Вивчені форми знаходження важких металів в забруднених і фонових ґрунтах. Відмічена висока концентрація важких металів у рухомій формі характерна для ґрунтів, що зазнають впливу комбінатів чорної металургії. В цих ґрунтах значна доля важких металів зв'язана з аморфними з'єднаннями заліза, що створює передумови для сезонної міграції важких металів в водні об'єкти при розвитку відновлювальних процесів в умовах надлишкового зволоження ґрунтів.

Визначені техногенні аномалії вмісту важких металів у ґрунтах характерні для північно-західної частини міста, що відповідає кліматичній розі вітрів.

Встановлені коефіцієнти біологічного переходу, що дозволили виявити деякі закономірності в біологічному поглинанні важких металів трав'янистими рослинами (*Elytrigia repens*) з твердої фази ґрунту. Найбільш інтенсивно поглинаються Mo, Cu і Sn.

Проведені біогеохімічні дослідження зразків ґрунту з територій забруднених підприємствами чорної металургії. Було виділено та ідентифіковано 61 штам 27 видів 15 родів мікроскопічних грибів. Визначена залежність між мірою забруднення важкими металами і кількістю резистентних мікроорганізмів.

В наш час м. Маріуполь зазнає значного антропогенного тиску. Середні концентрації важких металів в пилу (мг/кг): Ni – 100, Co – 5, V – 400, Cr – 2000, Cu – 1000, Pb – 2000, Zn – 10000, Cd – 20. Для зниження навантаження на ґрунти необхідно знизити вміст забруднюючих речовин в викидах підприємств.

Перелік посилань

1. Андреюк К.І. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / Андреюк К.І., Іутинская Г.О., Антипчук А.Ф. – К. : Обереги, 2001. – 240 с.
2. Гармаш Г.А. Накопление тяжелых металлов в почвах и растениях вокруг металлургических предприятий : автореф. дис. канд. биол. наук / Г.А. Гармаш. – Новосибирск, 1985. – 16 с.
3. Глазовская М.А. Теория природных и техногенных ландшафтов СССР / М.А. Глазовская. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 327 с.
4. Добровольський В.В. Основы биогеохимии / В.В. Добровольський. – М.: Высш. шк., 1998. – 413 с.
5. Жовинский Э.Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э.Я. Жовинский, И.В. Кураева. – Киев : Наук. думка, 2002. – 213 с.
6. Кузнецов В.А. Метод постадийных вытяжек при геохимических исследованиях / В.А. Кузнецов, Г.А. Шимко. – Минск: Наука и техника, 1990. – 65 с.
7. Лукашев К.И. Геохимия ландшафтов / К.И. Лукашев, В.К. Лукашев. – Минск: Вышэйная школа, 1972. – 358 с.
8. Методы экспериментальной микологии / Под ред. В.И. Билай – М. : Наук. думка, 1982. – 432 с.
9. Мирчинк Т. Г. Почвенная мікологія / Т. Г. Мирчинк. – М. : МГУ, 1988. – 220 с.
10. Мицкевич Б.Ф. К методологии эколого-геохимических исследований / Б.Ф. Мицкевич, А.И. Самчук, Ю.Я. Сущик // Геохимия техногенеза : Тезисы докл. II Всес. совещания. – Минск, 1991. – С.183-185.
11. Геохимия окружающей среды / [Ю.Е. Саєт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др.]. – М. : Недра, 1990. – 325 с.
12. Оценка и нормирование экологического состояния почв в зоне деятельности предприятий металлургической компании «Норильский Никель» / [А.С. Яковлев, И.О. Плеханова и др.]. – Почвоведение. – 2008. – №6. – С. 737-750.
13. Freedman B., and T.C. Hutchinson, 1981. Sources of metal and elemental contamination of terrestrial environments. In : N.W. Lepp (ed.), Effect of Heavy Metal Pollution on Plants. Vol. 2. Applied Science, London.
14. Ramirez C. Manual and atlas of the Penicillia. Elsev. Biomed. Press, Amsterdam, New York, 1982. – 874 p.

*I.V. Kuraeva**, *Y.Y. Voytyuk**,
*V.Y. Manichev***

**ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL RESEARCH
OF SOILS IN THE AREA AFFECTED BY FERROUS METALLURGY OF MARIUPOL**

* - *Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation named after M.P. Semenenko of the National Academy of Sciences of Ukraine;*

** - *Institute of Environmental Geochemistry NAS and EMERCOM of Ukraine, Kyiv*

There was done investigation of distribution and deportment form of heavy metals in soils and environmental components nearby the group of ferrous metallurgy enterprises of Mariupol. It was found out that long term activity of these enterprises («Azovstal» – 77 years, «MMP named after Illich» – 113 years) has led to contamination of soil, vegetation, sediments of heavy metals. The content of heavy metals exceeds well above the background values and maximum allowable concentration (MAC). It was found out that herbaceous plants (*Elytrigia repens*) most intensively absorb Mo, Cu and Sn. The level of contamination of Mariupol is assessed as high.

There were conducted soil biogeochemical researches. The soils near «Azovstal» plant dominated and in soils near «MMP named after Illich» there were often met microscopic fungi *Aspergillus flavus* and *Aspergillus fumigatus*, which belong to the III group of pathogenicity and can cause variety of human and animals diseases.

Надійшла до редколегії 24 січня 2011 р.

Рекомендовано членом редколегії канд. геол.-мін. наук О.К. Тяпкіним