
CHEMISTRY OF SOILS



I. A. Silich

UDK 631.461.9: 502.53

*Krivoy Rog Pedagogical Institute
«Krivoy Rog National University»,
Krivoy Rog, Ukraine,
e-mail: irinysich@yandex.ru*

THE CONTENT OF MOBILE FORMS OF HEAVY METALS IN RECREATION EDAPHOTOPS AND INDUSTRIAL AREAS OF KRYVORIZHYA

Abstract. The development of modern mining-metallurgical industry is inextricably linked to environmental pollution. The main and most dangerous contaminants are heavy metals, such as their mobile forms.

Krivoy Rog is one of the largest industrial center of Ukraine, so the issue of environmental pollution is quite relevant. Many researchers have paid much attention to the study of soil contamination areas adjacent to the North and Ingulets Mining. The aim of our study was to determine the edaphotops' pollution regional differences of industrial and recreational zones of Kryvorizhzhya by mobile forms of HM.

For a detailed analysis of heavy metals in soils it was conducted an environmental and hygienic evaluations of the content of mobile forms. The soil samples selection and preparation was realized by standart methods. The mobile forms of HM were determined by atomic absorption spectrophotometry in ammonium-acetate extract pH 4,8.

There was also selected the local background plot situated in the steppe zone of northern steppe subzone. The soil of this area is represented by ordinary black middle-and powerful medium that is typical for the study area. In the local background plot soils among the metals of the first class of danger the biggest content of plumbum was revealed. Among the metals of the second class of danger nickel dominated. Among the metals of the third class of danger the high indicator of manganese were fixed.

By the results of environmental analsis the recreational zones of Kryvorizhzhya have almost the identical level of contamination by mobile forms of HM. The biggest excess in all examined areas is fixed for elements of Zn, Mn, Pb.

The research established the concentration content of mobile forms of heavy metals for recreational and industrial areas of Kryvoy Rog in comparison with concentrations of heavy metals in the local background area. There was fixed the abnormal content of Pb in the background section, which is on par with MPC. Significant excess concentrations of Pb and Mn were fixed in all studied areas. It was found that Saksagansky borough has the highest levels of accumulation of heavy metals and environmental and hygienic evaluations.

The phenomenon of unpermissible content of certain metals can be explained by geochemical characteristics of the region.

Keywords: *soil, pollution, heavy metals, mobile forms, recreational and industrial areas, the local background area.*

© I. A. Silich, 2013

УДК 631.461.9: 502.53

И. А. Силич

*Криворожский педагогический институт ГВУЗ
«Криворожский национальный университет»,
г. Кривой Рог, Украина,
e-mail: irinysich@yandex.ru*

СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЭДАФОТОПАХ РЕКРЕАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗОН КРИВОРОЖЬЯ

В результате проведенных исследований установлены концентрации содержания подвижных форм тяжелых металлов для рекреационных и промышленных зон Криворожья. Проведено сравнение с концентрациями тяжелых металлов на территории локального фонового участка. Осуществлена экологическая и гигиеническая оценка содержания подвижных форм тяжелых металлов. Выявлены значительные превышения концентраций Pb на территории всех исследуемых районов. Установлено, что Саксаганский район города имеет наибольшие уровни накопления тяжелых металлов за экологической и гигиенической оценками.

***Ключевые слова:** почва, загрязнение, тяжелые металлы, подвижные формы, рекреационные и промышленные зоны, локальный фоновый участок.*

УДК 631.461.9: 502.53

І. О. Сіліч

*Криворізький педагогічний інститут ДВНЗ
«Криворізький національний університет»,
м. Кривий Ріг, Україна,
e-mail: irinysich@yandex.ru*

ВМІСТ РУХОМИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В ЕДАФОТОПАХ РЕКРЕАЦІЙНИХ ТА ПРОМИСЛОВИХ ЗОН КРИВОРІЖЖЯ

В результаті проведених досліджень встановлені концентрації вмісту рухомих форм важких металів для рекреаційних та промислових зон Криворіжжя. Проведено порівняння із концентраціями важких металів на території локальної фонові ділянки. Здійснена екологічна та гігієнічна оцінка вмісту рухомих форм важких металів. Виявлено значні перевищення концентрацій Pb на території всіх досліджуваних районів. Встановлено, що Саксаганський район міста має найбільші рівні накопичення важких металів за екологічною та гігієнічною оцінками.

***Ключові слова:** ґрунт, забруднення, важкі метали, рухомі форми, рекреаційні та промислові зони, локальна фонові ділянка.*

ВСТУП

Сучасне гірничо-металургійне виробництво є потужним джерелом надходження в навколишнє середовище важких металів, які активно накопичуються в ґрунтах великих промислових регіонів. Переважна більшість мікроелементів акумулюється у верхньому гумусовому горизонті. Найбезпечніші з них рухомі форми, оскільки вони є найбільш доступними для живих організмів.

Проблеми забруднення важкими металами (ВМ) ґрунтів Криворіжжя неодноразово висвітлювалися в наукових публікаціях (Гапон, Гришко, Кучеревський, Савосько).

Всі проведені роботи можна згрупувати за наступними напрямками: еколого-біологічні; еколого-геологічні; еколого-гігієнічні.

Найбільш детально досліджувалася центральна частина регіону, зона розміщення металургійного комбінату (Гришко, 2002). Також достатньо детально вивчено різноманітні аспекти забруднення ґрунтів територій, прилеглих до Північного та Інгулецького ГЗК (Гришко, 2012). У цих роботах зроблена спроба

системно дослідити рівні забруднення ґрунтів Криворіжжя ВМ причому як валовими, так і рухомими формами.

Тому постало актуальне питання дослідження вмісту рухомих форм ВМ в ґрунтах Криворіжжя промислових та рекреаційних зон.

Мета дослідження: визначити регіональні особливості забруднення едафотопів промислової та рекреаційної зон Криворіжжя рухомими формами ВМ.

МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження були обрані едафотопи промислових та рекреаційних зон 5 адміністративних районів міста. В якості контролю була використана територія локальної фонової ділянки села Олександрівки Долинського району Кіровоградської області. Контрольна ділянка знаходиться на значному віддаленні (понад 50 км) від промислових підприємств, чиста в межах природної геохімічної аномалії.

Відбір зразків здійснювався методом конверту із глибини 0–20 см. Підготовка зразків проводилась за стандартними методиками. Рухомі форми ВМ визначали атомно-абсорбційною спектрофотометрією в амонійно-ацетатній витяжці рН 4,8. Отримані результати опрацьовували методами варіаційної статистики на рівні значущості $P \leq 5\%$ (Лакин, 1990; Каурічев, 1986).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Вміст важких металів в ґрунтах локальної фонової території

Згідно сучасного ґрунтового районування території України локальна фонова ділянка розташована в степовій зоні в підзоні північного степу. Ґрунтовий покрив представлений чорноземами звичайними середньогумусними та середньопотужними (Жовинський, 2002).

Аналіз отриманих результатів вмісту рухомих форм ВМ в ґрунтах локальної фонової ділянки Криворіжжя наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Вміст рухомих форм важких металів в ґрунтах локальної фонової ділянки, мг/кг						
№ п/п	Важкий метал	Статистичні параметри				
		Min	Max	M	m	V, %
I клас небезпеки						
1	Pb	1,75	2,40	2,07	0,14	16,99
2	Cd	0,04	0,08	0,06	0,01	34,06
3	Zn	0,83	1,17	1,00	0,07	18,27
II клас небезпеки						
4	Ni	1,58	2,06	1,82	0,11	14,26
5	Cu	0,40	0,06	0,60	0,05	18,41
III клас небезпеки						
6	Mn	26,73	34,35	30,54	1,70	12,15
7	Fe	1,81	2,42	2,42	0,14	13,72

Примітка: Min – мінімальне значення; Max – максимальне значення; M – середнє значення вибірки; m – абсолютна похибка середнього значення; V, % – коефіцієнт варіації.

Виявлено, що в ґрунтах локальної фонової ділянки серед металів I класу небезпеки найбільший вміст характерний для свинцю, концентрація якого коливається в межах $2,07 \pm 0,14$ мг/кг. Вміст цинку майже у два рази менший і становить $1,00 \pm 0,07$ мг/кг, кадмію – в 35 разів менше – $0,06 \pm 0,01$ мг/кг. Серед металів другого класу небезпеки домінує нікель, концентрація якого становить $1,82 \pm 0,11$ мг/кг. Кількість міді знаходиться в межах порядку і менша від вмісту нікелю майже в 3 рази – $0,06 \pm 0,05$ мг/кг. Марганець характеризується найвищими показниками концентрації як серед елементів III класу небезпеки так і серед всіх

досліджених металів – $30,54 \pm 1,70$ мг/кг. Кількість заліза приблизно в 1,5 рази менша і становить $2,42 \pm 0,14$ мг/кг (табл. 1).

На нашу думку, для виявлення особливостей вмісту важких металів на території локальної фонові ділянки актуальним є порівняння їх концентрацій з діючими нормативами, а саме з ГДК. Проведені розрахунки показали, що вміст Zn, Cd, Cu в ґрунтах становить лише 5–12 % від значення ГДК; Ni, Mn складає від 45 до 61 %. Вміст Pb знаходиться на рівні ГДК. Для ґрунтів фонові ділянки це явище аномальне, але його можна пояснити геохімічними особливостями довкілля регіону.

В науковій літературі неодноразово розглядалось питання вмісту важких металів різної форми рухомості в локальних фонових ділянках. (Савосько, 2000; Фатєєва, 2003). Тому ми вирішили узагальнити дані по Криворіжжю саме по вмісту рухливих форм в межах локальних фонових ділянок. Відмічено в південній та південно-східній частині (напрям віддалення від промислових підприємств) пляму із перевищенням вмісту свинцю в порівнянні із ГДК в 2–2,5 рази. Вміст цинку на даній території зафіксовано в межах 120–150 мг/кг ґрунту, що приблизно в п'ять разів перевищує нормативні показники (Малахов, 1999). На плакорі балки Північна Червона та чорноземах Криворізького ботанічного саду не зафіксовано перевищень рухомих форм ВМ у порівнянні із ГДК (Гришко, 2002). Для локальних фонових ділянок Криворіжжя «Північ», «Південь», «Заплава» максимальні концентрації рухомих форм зафіксовано для заліза – 660–1840 мг/кг. Інші метали мають менший вміст: на порядок – марганець – 100–330 мг/кг, на два порядки – цинк – 11,14 мг/кг, нікель – 15,32 мг/кг, на три порядки – мідь – 2,21 мг/кг, свинець – 0,72–4,88 мг/кг, на чотири – кадмій – 0,11–0,9 мг/кг (Савосько, 2009).

Відповідно до сучасних еколого-статистичних припущень вміст хімічних елементів в ґрунтах, які знаходяться поза межами антропогенного впливу, характеризується інтервальним значенням (Лакин, 1990). Межі такого інтервалу визначаються за таким математичним виразом: $\min_{\text{знач}} = M - t^*m$; $\max_{\text{знач}} = M + t^*m$, де M – середнє арифметичне значення; t – критерій Стюдента; m – абсолютна похибка середнього арифметичного. При цьому слід відзначити, що за умови нашого дослідження ($P \leq 0,05$; $n > 30$) $t = 2,04$ (табличне значення). На основі даних тверджень були розраховані довірчі інтервали вмісту рухомих форм важких металів для локальної фонові території (табл. 2).

Таблиця 2

Довірчі інтервали вмісту рухомих форм важких металів для локальної фонові території

№ п/п	Важкий метал	Статистичні параметри		
		M – 2 m	M	M + 2 m
I клас небезпеки				
1	Pb	1,79	2,07	2,35
2	Cd	0,04	0,06	0,08
3	Zn	0,86	1,00	1,14
II клас небезпеки				
4	Ni	1,6	1,82	2,04
5	Cu	0,50	0,60	0,7
III клас небезпеки				
6	Mn	27,14	30,54	33,94
7	Fe	2,14	2,42	2,70

Вміст важких металів в ґрунтах промислової зони Криворіжжя

Відповідно до сучасних методичних підходів, оцінка вмісту важких металів в ґрунтах промислових регіонів здійснюється шляхом порівняння виявлених концентрацій з: а) значеннями ГДК; б) локальним фоновим рівнем (Фатєєва, 2003).

Гігієнічна оцінка. Аналіз отриманих результатів показав, що ґрунти промислової зони Саксаганського району характеризуються найбільшим рівнем забруднення важкими металами. Так, вміст Cd, Zn, Mn в 1,1–2,4 разів перевищують значення ГДК; Pb – у 4,8 рази; Cu – у 22 рази (табл. 3).

В ґрунтах Жовтневого і Інгулецького районів виявлені незначні перевищення концентрацій ГДК (в 1,1–1,4 рази) за такими елементами як Mn та Pb (табл. 3).

За результатами наших досліджень, в ґрунтах Тернівського та Дзержинського районів вміст рухомих форм важких металів знаходиться на рівні ГДК. Виключенням в даному випадку є Pb, кількість якого у 1,1–1,6 разів вища за ГДК (табл. 3).

Таблиця 3

Вміст рухомих форм ВМ в промислових зонах Криворіжжя, мг/кг									
№ п/п	Район	Статистичні параметри	Важкий метал						
			І клас небезпеки			ІІ клас небезпеки		ІІІ клас небезпеки	
			Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	Mn	Fe
1	Тернівський	М	3,20	0,08	15,27	3,20	1,42	34,24	1,73
2		m	0,21	0,01	6,78	0,21	0,05	2,41	0,06
3		V, %	15,84	26,84	108,82	15,84	8,7	17,21	8,80
4	Жовтневий	М	2,86	0,06	12,23	1,18	4,63	51,31	1,58
5		m	0,17	0,01	2,74	0,07	1,46	2,67	0,11
6		V, %	22,55	23,41	83,67	22,52	118,15	19,50	25,03
7	Саксаганський	М	9,63	0,78	46,28	1,40	110,81	111,77	13,14
8		m	0,33	0,14	3,47	0,16	24,44	6,12	2,26
9		V, %	8,30	45,73	18,38	28,04	54,03	13,40	42,18
10	Дзержинський	М	2,17	0,09	7,72	1,13	0,34	48,45	1,77
11		m	0,12	0,01	1,18	0,07	0,04	2,41	0,08
12		V, %	13,30	16,62	37,38	14,52	29,17	12,18	11,05
13	Інгулецький	М	2,66	0,32	6,06	0,56	0,34	50,61	2,03
14		m	0,47	0,09	0,76	0,08	0,07	5,08	0,25
15		V, %	50,20	77,47	35,56	39,62	59,91	28,41	35,27
ГДК			2	0,7	23	4	5	50	Не нормується

Примітка: М – середнє значення вибірки; m – абсолютна похибка середнього значення; V, % – коефіцієнт варіації.

Екологічна оцінка. Як і в попередньому випадку ґрунти промислової зони Саксаганського району виявилися найбільш забрудненими. Доведено, що вміст Mn, Pb, Fe у 3,7–5,4 рази вищий значень регіонального фону; Cd – у 13–47 разів; Cu – у 185 разів (табл. 3).

Ґрунти Жовтневого та Тернівського районів характеризуються середнім рівнем забруднення. Так, вміст Mn, Pb, Cd, Ni у 1,1–1,8 разів вище фонових; Cu – 2,4–7,7 разів; Zn – 12–15 разів (табл. 3).

Результати наших досліджень показали, що ґрунти Дзержинського та Інгулецького районів найменш забруднені важкими металами. Рівні перевищення фонових значень таких металів як Pb, Cd, Mn знаходяться в межах 1,1–1,7 разів. Виключенням є Zn, рівні накопичення якого становлять 6–7 разів від фонових значень.

Серед важких металів із гігієнічної точки найбільш небезпечним є Рb. Для даного елемента встановлено перевищення значень ГДК для всіх районів Криворіжжя. Кількість Мп знаходиться на рівні ГДК в ґрунтах Жовтневого, Держинського та Інгулецького районів. В той час як для Саксаганського району його кількість перевищує 2,2 рази від нормативів ГДК. Вміст Cd, Ni, Zn, Cu в ґрунтах промислової зони Криворіжжя значно нижчий від значень ГДК. Виключенням є лише ґрунти Саксаганського району.

З екологічної точки зору, найбільш небезпечними металами є Cu та Zn. Так, вміст Zn у 6–45 разів вище за фонові значення, вміст Cu – у 3–185 разів. При цьому слід зазначити, що накопичення Zn виявлене у всіх районах Криворіжжя, Cu лише у Тернівському, Жовтневому, Саксаганському.

Техногенний вплив зумовив, на нашу думку, вилуговування Fe в промисловій зоні Криворіжжя, тому його вміст в ґрунтах знаходиться на рівні 65–85 % від локального фону.

Таким чином, в ґрунтах промислової зони Криворіжжя відбувається накопичення та вилуговування рухомих форм важких металів. Найбільші рівні накопичення встановлено в Саксаганському районі. Серед важких металів найбільш небезпечним із гігієнічної точки зору є Рb; з екологічної – Cu та Zn.

Вміст важких металів в ґрунтах рекреаційної зони Криворіжжя

Для великого промислового міста наявність зон рекреації – необхідна умова. Оскільки особливістю Криворіжжя є його величезна протяжність, то більшість таких ділянок знаходиться вздовж автотранспортної мережі міста. Досліджені зразки ґрунту були відібрані із територій скверів та парків. Отримані результати занесені до таблиці 4.

Таблиця 4

Вміст рухомих форм важких металів в ґрунтах рекреаційної зони Криворіжжя, мг/кг

№ п/п	Район	Статистичні параметри	Важкий метал						
			I клас небезпеки			II клас небезпеки		III клас небезпеки	
			Pb	Cd	Zn	Ni	Cu	Mn	Fe
1	Тернівський	M	1,67	0,02	2,66	0,40	0,14	50,19	3,02
2		m	0,21	0,01	0,37	0,03	0,03	2,57	0,78
3		V, %	31,15	33,12	34,40	17,49	44,46	12,54	63,24
4	Жовтневий	M	2,65	0,05	5,20	1,14	0,24	56,39	1,47
5		m	0,33	0,01	1,21	0,10	0,03	4,25	0,10
6		V, %	30,50	50,62	56,78	21,96	29,99	18,48	17,34
7	Саксаганський	M	3,05	0,07	3,52	1,78	0,59	23,46	2,10
8		m	0,16	0,01	0,28	0,04	0,01	1,37	0,08
9		V, %	12,44	14,34	19,32	5,72	3,36	14,30	8,88
10	Держинський	M	2,08	0,07	4,88	0,55	0,07	62,85	1,09
11		m	0,12	0,01	1,15	0,02	0,01	6,58	0,04
12		V, %	13,56	5,94	57,71	7,15	21,59	25,66	8,78

Примітка: M – середнє значення вибірки; m – абсолютна похибка середнього значення; V, % – коефіцієнт варіації.

Гігієнічна оцінка. Отримані результати свідчать, що ґрунти рекреаційних зон Криворіжжя значних перевищень за вмістом важких металів не мають. Найбільше перевищень зафіксовано по вмісту Рb у Жовтневому районі – у 1,3 рази та в Саксаганському районі – у 1,5 рази. Для Тернівського та Держинського району даний показник знаходиться в межах 0,84–1,0 разу. Для елемента Мп в Держинському районі виявлено перевищення у 1,26 рази в порівнянні із ГДК.

Перевищення за цим елементом знаходиться в межах 0,47 рази для Саксаганського району, 1,13 рази – в Жовтневому районі, 1,0 – для Тернівського району (табл. 4).

За результатами наших досліджень, перевищення концентрацій ГДК за всіма іншими металами (Cd, Zn, Cu, Ni) незначне і становить від 0,01 до 0,1 разу.

Як в промислових, так і в рекреаційних зонах Саксаганського району найбільше виявлено перевищення нормативів ГДК за вмістом Pb – у 1,53 рази. З гігієнічної точки зору, даний район характеризується найбільшим рівнем забруднення важкими металами (табл. 4).

Екологічна оцінка. З екологічної точки зору, найбільш небезпечними металами для рекреаційних зон Криворіжжя встановлені Zn та Mn. За результатами наших досліджень, найбільше перевищення фонових значень зафіксовано в Жовтневому районі для Zn у 5,2 рази та для Mn – 2,06 рази у Дзержинському районі. Для інших районів за цими елементами також спостерігається перевищення фонових концентрацій. Доведено, що для Zn дане перевищення складає від 2,66 разів у Тернівському районі до 4,88 разів у Дзержинському. За концентрацією Mn у порівнянні із значеннями локальної фонові ділянки спостерігається перевищення від 0,77 разів для Саксаганського району до 1,85 рази для Жовтневого району (табл. 4).

Встановлено також збільшення вмісту Pb для всіх районів від 0,8 (Тернівський район) разів до 1,47 разів (Саксаганський район). Ґрунти Саксаганського та Дзержинського районів за вмістом Cd мають однакове перевищення середніх даних – 1,17 разів (табл. 4).

Показники вмісту рухомих форм заліза не мають нормативів ГДК, але є фонове значення, за яким ми проводимо порівняння. Таким чином, ми спостерігаємо найбільше перевищення даного показника в 1,2 разів для Тернівського району.

За результатами аналізу з екологічної точки зору, рекреаційні зони районів Криворіжжя мають приблизно однаковий рівень забруднення рухомими формами важких металів. Найбільші перевищення зафіксовано для елементів Zn, Mn, Pb у всіх досліджуваних районах.

ВИСНОВКИ

1. Вміст рухомих форм важких металів в едафотопях промислових та рекреаційних зон м. Кривий Ріг має певні перевищення показників як за їх фоновими значеннями, так і за нормативами ГДК.

2. Найбільше перевищень зафіксовано за показниками вмісту свинцю та магнію.

3. В Саксаганському районі міста виявлено найбільшу кількість перевищень показників в промислових та рекреаційних зонах за екологічною та гігієнічною оцінками.

4. Вміст Pb на території локальної фонові ділянки знаходиться на рівні ГДК. Це явище є аномальним, але його можна пояснити геохімічними особливостями довілля регіону.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

Гришко В. М. Важкі метали: надходження в ґрунти, транслокація у рослинах та екологічна небезпека / В. М. Гришко, Д. В. Сищикова, О. М. Піскова, О. В. Данильчук, Н. В. Машталер. – Донецьк : Донбас, 2012. – 302 с.

Grishko, V. M., Syschykov, D. V., Piskova, O. M., Danilchuk, A. V., Mashtaler, N. V., 2012, "Heavy metals: soil intake, translocation of plants and environmental hazards", Donetsk, Donbass, 302 p.

Гришко В. М. Вміст різних за рухомістю форм важких металів в едафотопях, що зазнають техногенного впливу / В. М. Гришко, О. В. Сищикова, О. В. Данильчук // Вісник ДНУ. Серія Біологія. Екологія. – 2002. – Вип. 10, Т. 1. – С. 181-185.

Grishko, V. M., Syschykva, O. V., Danilchuk, O. V., 2002, "Content of different forms of mobility of heavy metals in edafotopah, experiencing anthropogenic impact", Bulletin of DNU. Series biology. Ecology, 10, 1, pp. 181-185.

Добровольский И. А. Некоторые закономерности распределения железа в техногенных ландшафтах Кривбасса / И. А. Добровольский, Н. Н. Цветкова, Л. К. Баранова // Мониторинговые исследования лесных экосистем степной зоны, их охрана и рациональное использование. – Д. : ДГУ, 1988. – С. 69–72.

Dobrovolsky, I. A., Tsvetkova, N. N., Baranova, L. K., 1988, "Some of the patterns of distribution of iron in the man-made landscapes of Krivbass", Monitoring the woodland ecosystem studies steppe zone, and protection and rational use, Dnipropetrovsk, DSU, pp. 69–72.

Досвід комплексної оцінки та картографування факторів техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська / І. Д. Багрій, А. М. Білоус, Ю. Г. Вілкул, П. Ф. Гожик та ін. – К. : Фенікс, 2000. – 110 с.

"Experience comprehensive assessment and mapping of anthropogenic factors influence on the environment bridge Kyrvogo Roga and Dneprodzerzhinska", 2000, Bagriy, I. D., Bilous, A. M., Vilkul, U. G. et al., Kyiv, Phenix, 110 p.

Жовинський Э. Я. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины / Э. Я. Жовинський, И. В. Кураева. – К. : Наукова думка, 2002. – 213 с.

Zhovynskyy, E. Ya., Kuraeva, I. V., 2002, "Geochemistry heavy metals in soils of Ukraine", Kyiv, Scientific thought, 213 p.

Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высш. шк., 1990. – 528 с.

Lakin, G. F., 1990, "Biometrics", Moscow, High school, 528 p.

Практикум по почвоведению / Под ред. И. С. Кауричева. – М. : Агротомиздат, 1986. – С. 10–25.

"Soil Science workshop", 1986, edition of I. S. Kaurychyev, Moscow, Ahrompomizdat, pp. 10–25.

Савосько В. М. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах, прилегающих к Северному горнообогатительному комбинату (Кривбасс) / В. М. Савосько // Вісник ДДУ. Біологія. Екологія. – Д. : ДНУ, 2000. – Вип. 8, Т. 2. – С. 64–69.

Savosko, V. M., 2000, "Contents mobile heavy metals in soils, adjoining to the north ore mining and processing combine (Krivbass)", Biology Bulletin of the DSU. Ecology, Dnipropetrovsk, DNU, 8, 2, pp. 64–69.

Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / А. І. Фатєєва, Я. В. Пашченко, С. А. Барюк та ін., за ред. А. І. Фатєєва, Я. В. Пашченко. – Харків : ННЦ «Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського», 2003. – 117 с.

"Background contents of trace elements in soils Ukraine", 2003, A. I. Fateev, Y. V. Pashchenko, S. A. Baryuk and others, edition of A. I. Fateev, Ya. V. Pashchenko, Kharkov, NSC "Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of A. N. Sokolovsky", 117 p.

Стаття надійшла в редакцію: 25.01.2013

Рекомендує до друку: д-р біол. наук, проф. Н. М. Цветкова