

**ВАЖКІ МЕТАЛИ В ҐРУНТАХ ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ
РОДОВИЩ САМОРОДНОЇ СІРКИ ПЕРЕДКАРПАТТЯ (УКРАЇНА)***Інститут екології Карпат НАН України*

Визначено вміст *Cu, Zn, Pb, Cd, Mn, Fe, Sr, S* у ґрунтах та рослинах техногенних ландшафтів родовищ самородної сірки Передкарпаття. За винятком *Mn*, уміст досліджених елементів у ґрунтах не перевищує кларкових значень та існуючих в Україні гранично допустимих концентрацій. Концентрація *Mn* коливається від значень нижчих до величин у 2–3 рази вищих за кларкові. Фізико-хімічні властивості ґрунтів (слаболужна реакція водної витяжки, значний уміст органічної речовини, важкий механічний склад) не сприяють рухливості елементів.

Ключові слова: родовища самородної сірки, важкі метали, техноземи.

V. I. Kozlovskyy

*Carpathians institute of ecology of the NAS of Ukraine***HEAVY METALS IN SOILS OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF SULFUR MINING
OF L'VIV REGION (UKRAINE)**

The amount of *Cu, Zn, Pb, Cd, Mn, Fe, Sr, S* was measured in soils and plants of the anthropogenic area of sulfur mining of L'viv region. Except *Mn*, the content of investigated elements in soils doesn't exceed the Clarke number or Ukrainian permissible concentrations for heavy metals in soils. The *Mn* concentration range from level below clarke to 2-3 times as much as clarke. It was found that physical and chemical soil properties (low level of acidity, high level of organic matter in upper soil horizons, heavy mechanical composition) don't have an influence on the mobility of heavy metals in soil profile.

Key words: sulfur mining, heavy metals, technosoils.

Наприкінці ХХ століття видобуток самородної сірки став нерентабельним через збільшення обсягів добування супутньої сірки внаслідок очищення нафти і газу з підвищеним її вмістом. Таким чином, виробництво сірки на сьогодні не залежить від попиту, а визначається обсягом видобутих енергоносіїв. У результаті найбільші в світі сіркодобувні підприємства Польщі (Махув, Пясечно) та України (Роздільське, Подорожненське, Яворівське) опинилися перед необхідністю закриття та відновлення природних екосистем на порушених землях.

Одночасно з механічним та хімічним порушенням природних екосистем у процесі розробки корисних копалин відкритим способом (деформація поверхні, руйнування рослинного, ґрунтового покриву; забруднення технологічними відходами та викидами) на поверхню виносяться гірські породи, які можуть значно відрізнитися від початкових за своїми хімічними та фізичними властивостями. У результаті, навіть після усунення наслідків впливу відходів виробництва, у нових геохімічних умовах середовища (рельєф, фізико-хімічні властивості та хімічний склад гірських порід) процеси відновлення природних екосистем можуть відбуватися іншим, не характерним для даної природної зони, шляхом. Тому з'ясування екологічної ситуації на порушених територіях є першочерговим завданням для формування стратегії відновлення природного середовища.

Знання фізико-хімічних властивостей та елементного складу винесених на поверхню гірських порід є важливим також з точки зору використання відновлених територій. Це пов'язано з тим, що хімічний склад поверхневих вод, ґрунтів, рослин, продуктів сільськогосподарського виробництва буде відображати хімічні особливості винесених на поверхню гірських порід, і, за умови високого вмісту хімічних елементів та сприятливих геохімічних умов для накопичення, можливе їх перевищення в природному середовищі та продуктах сільськогосподарського виробництва порівняно з існуючими гранично допустимими концентраціями (ГДК).

Метою дослідження було з'ясування вмісту хімічних елементів (*Cu, Zn, Cd, Pb, Fe, Mn, Sr, S*) у гірських породах та ґрунтах сірчаних родовищ Прикарпаття і можливих наслідків їх впливу на природне середовище та господарське використання території.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єкти дослідження знаходяться на території техногенних ландшафтів Яворівського, Подорожненського та Роздільського родовищ самородної сірки, сформованих протягом 1970–1994 рр. Пробні площі були закладені з урахуванням особливостей технологічного процесу добування сірки.

Покривні породи складували у відвали в процесі добування сірчаної руди відкритим способом (відвали, гідровідвали). Розкритий у кар'єрі поклад руди транспортували до переробного комплексу. Сірчана руда – це вапняк, у якому є включення чистої сірки. Уміст сірки в руді – близько 25 %. Для збагачення руду подрібнювали і разом з водою подавали у флотомашини, де сірчана піна містила вже 60–70 % сірки. Відходи флотації – частинки вапняку з водою – перекачували у хвостосховище, де тверді частинки осаджувались, а вода відстоювалась і поверталась у технологічний процес (хвостосховище флотації). Сірчаний концентрат подавали в автоклави, де, використовуючи водяну пару (з додаванням кальцинованої соди, триполіфосфату натрію і гасу), виплавляли сірку. Хвосты виплавки перекачували в накопичувач (хвостосховище виплавки).

На території підземної виплавки сірку добували шляхом плавлення її гарячою водою на місці залягання з відкачуванням розплаву на поверхню через свердловини.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Для класифікації ґрунтів техногенних ландшафтів застосовувалась система, запропонована В. М. Курачевим і В. А. Андрохановим (2002). Відібрані за генетичними горизонтами зразки висушували за кімнатної температури, після чого просіювали через сито. Аналітичній обробці піддавали дрібнозем (фракція < 1,0 мм). Актуальну кислотність (*pH*) визначали потенціометрично у водній витяжці, використовуючи співвідношення ґрунт : розчин 1:2,5, гумус – за Тюрнім із спектрофотометричним закінченням (Никитин, 1972). Рухомі форми металів визначали після екстракції в ацетатно-амонійному буфері (*pH* 4,8) (Методические ..., 1981).

Підготовку ґрунтових зразків до аналізу на валовий уміст важких металів (ВМ) здійснювали обробкою попередньо прожареної за 450 °С проби ґрунту сумішшю *HCl* та *HNO₃* у співвідношенні 3:1. Сірку визначали ваговим методом після розчинення наважки ґрунту в суміші *NaNO₃* + *HNO₃* (100 г *NaNO₃* + 350 мл *HNO₃* доводять до 1 л дистильованою), випаровування на плитці досуха та спалювання в муфелі за 450 °С (Бок, 1984).

Метали визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С115М1 у пропан-бутановому полум'ї з використанням дейтерієвого коректора неселективної абсорбції. Визначення проводили в трьох повторностях. Відносна похибка за *P* = 95 % не перевищувала 7 %.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На території передкарпатських родовищ сірки переважно поширені малопотужні дерново-підзолисті та сірі лісові ґрунти, які, як правило, підстилаються лесовидними суглинками або супісками (четвертинні відклади, потужність – 10–20 м). З глибиною четвертинні відклади змінюються на третинні важкі неогенові глини. Самородна сірка залягає в горизонті ратинських вапняків на глибині 7,5–120 м. За своїми властивостями розкривні породи родовищ Прикарпаття є досить неоднорідними. З глибиною вміст гумусу коливається в межах 2,15–0,62 %, *pH* змінюється від 6,5 до 7,5, зменшується гідролітична кислотність, уміст рухомих форм азоту, фосфору, калію, збільшується питома маса ґрунту (Панас, 1989). У процесі добування руди покривні породи часто складувалися у відвали безсистемно, тобто третинні відклади перемішувалися із четвертинними. Як наслідок, сучасний ґрунтовий покрив родовищ є неоднорідним за своїм механічним складом та фізико-хімічними властивостями.

У структурі сучасного ґрунтового покриву переважають техноземи відвалів з високим умістом фізичної глини. Техноземи гідровідвалів та хвостосховищ – переважно супіщаного або піщаного механічного складу – займають менші території. Важкий гранулометричний склад (глини, суглинки) на більшості територій родовищ уповільнює процеси диференціації ґрунтового профілю й інтенсивність міграції елементів вниз по профілю.

Загальною властивістю ембріоземів на території дослідження є формування малопотужного приповерхневого органогенного горизонту, що свідчить про високу біотичну активність, інтенсивні процеси ґрунтоутворення і тенденцію до накопичення елементів у верхньому біогенному горизонті ґрунту.

За величиною актуальної кислотності досліджувані ембріоземи поділяються на дві категорії – сильнокислі та середньолужні. До середньолужних належать ґрунти відвалів, хвостосховищ флотації і плавки сірчаної руди (pH 7,5–8,1). До сильнокислих належать ембріоземи територій підземної виплавки сірки (pH 2,8–3,1). Таким чином, у ґрунтах території дослідження низький рівень кислотності техноземів, за винятком території підземної виплавки сірки, не сприяє рухливості металів.

Формування ґрунтового покриву в межах обстежених ділянок відбувається в умовах високого окисно-відновного потенціалу ґрунтового розчину. Ознак різкої зміни окисно-відновного потенціалу в межах досліджених ґрунтових профілів не виявлено, за винятком колишніх хвостосховищ флотації, де морфологічні ознаки ґрунтового профілю і запах сірководню в середній частині ґрунтового розрізу свідчать про різке зниження окисно-відновного потенціалу і формування відновних умов ґрунтового поглинального комплексу. В умовах відновного сірководневого середовища елементи, рухомі в окислювальному і глеєвому (безсірководневому) середовищах, осаджуються у вигляді сульфідів. Халькофільні елементи та елементи групи заліза відновлюються до двохвалентних і утворюють практично нерозчинні сульфіди або дуже слабозрчинні гідросульфідів (*Cu, Zn, Pb, Co, Ni, Hg, Fe, Mn, Cd* та ін.). Вираженої диференціації досліджуваної групи металів на сірко-водневому геохімічному бар'єрі в середній частині ґрунтових розрізів, закладених на території хвостосховищ, не виявлено, що, очевидно, пов'язано із незначним терміном формування ґрунту, недостатнім для утворення повноцінної диференційованих ґрунтових горизонтів. З цієї ж причини достовірних відмінностей у концентраціях металів елювіальної (вододіл), транселювіальної (верхня частина схилу) та трансаккумулятивної (нижня частина схилу) частини ландшафту досліджуваної території також не виявлено.

З часом у процесі розвитку ґрунтового покриву існуючі ґрунтово-геохімічні умови (тенденція до накопичення органічної речовини і проникнення її в глибші горизонти, слабка аерація, важкий механічний склад, висока вологотривка здатність ґрунту) можуть бути сприятливими для розвитку процесів оглеєння та формування відновних умов ґрунтовопоглинального комплексу.

На сьогодні в техноземах Прикарпатських родовищ сірки вміст досліджених хімічних елементів, за винятком *Mn* та *S*, знаходиться на рівні кларкових значень для ґрунтів та глин (Виноградов, 1962; *Turekian, Wedepohl*, 1961) (табл. 1–3). Уміст марганцю та сірки коливається від концентрацій нижчих за кларкові до величин, що в 2–4 рази перевищують кларки. Найвищі концентрації сірки виявлено в незначних за площею ділянках, де відбувалося збагачення сірчаної руди (хвостосховища флотації) та території підземної виплавки сірки.

Перевищення ГДК валового вмісту *Cd, Pb, Zn, Sr, Cu, Mn* не встановлено (Методика .., 1998). У техноземах відвалів виявлено 2–5, а в окремих випадках і 20-кратне перевищення ГДК рухомого *Mn*. Зважаючи на одержані результати, потрібно враховувати, що система ГДК часто критикується через те, що розроблялася вона без урахування властивостей конкретного типу ґрунту. Хоча нормування за вмістом рухомих форм дещо послаблює залежність ГДК від властивостей ґрунту, це однаково стосується як валового вмісту, так і вмісту рухомих форм металів. На сьогодні вважається, що ГДК доцільно розробляти для найвищих класифікаційних груп ґрунтів зі схожою стійкістю до забруднення, тобто кожний тип ґрунту мав би мати

Таблиця 1

**Уміст хімічних елементів у технозомах відвалів розкривних порід
Подороженського родовища сірки*, жовтень 2002 р.**

Генетичний горизонт, см	pH (H ₂ O)	C _{орг.} , %	Cu	Pb	Cd	Zn	Mn	Sr	S	
			мкг/г повітряно сухого ґрунту							
Елювіальний ландшафт, ембріозем ініціальний карбонатний важкосуглинковий (ініціальний етап первинної сукцесії з домінуванням підбілу звичайного)										
D	0-10	7.22	0.97	23/0.9	19/<1	< 0.05	44/1.2	960/170	130/80	1000
	10-20	7.80	0.97	24/0.8	24/<1	< 0.05	76/1.2	840/200	100/72	700
	20-30	8.20	1.00	24/0.7	23/<1	< 0.05	64/1.3	960/260	130/110	800
	30-40	8.30	1.01	26/0.6	26/<1	< 0.05	48/1.3	1000/300	140/110	900
	40-50	8.32	1.01	26/0.6	26/<1	< 0.05	44/1.3	1000/280	210/160	900
	50-60	8.42	1.03	26/0.6	26/<1	< 0.05	44/1.3	1000/280	150/100	800
Елювіальний ландшафт, ембріозем дерновий карбонатний важкосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
Ad (C)	0-7	8.12	3.15	28/1.0	24/<1	< 0.05	44/3.6	1400/190	120/80	1600
C ₁	7-20	8.30	1.21	25/1.0	24/<1	< 0.05	36/2.0	1300/290	150/120	1600
C ₂	20-30	8.30	1.01	24/1.0	21/<1	< 0.05	40/2.0	1300/270	150/100	1600
Елювіальний ландшафт, ембріозем дерновий карбонатний середньосуглинковий (дернова стадія первинної сукцесії злаково-різнотравного угруповання)										
Ad (C)	0-5	8.00	2.95	30/1.0	26/<1	< 0.05	48/3.0	1500/160	160/80	1900
C ₁	5-10	8.22	1.77	31/1.3	23/<1	< 0.05	44/2.7	1450/270	210/130	2000
	10-20	8.28	1.68	30/1.0	23/<1	< 0.05	40/2.7	1600/370	205/110	4200
	20-30	8.38	1.16	32/0.6	24/<1	< 0.05	44/1.8	1700/420	220/160	1500
	30-40	8.45	1.12	30/0.6	21/<1	< 0.05	68/1.9	1600/400	220/160	1600
C ₂	40-50	8.53	0.99	30/0.6	33/<1	< 0.05	52/1.7	1750/480	215/160	1500

* Валовий уміст / уміст рухомих форм (ацетатно-амонійний буфер, pH 4,8).

Таблиця 2

Уміст хімічних елементів у технозомах Роздільського родовища сірки*, 2002 р.

Генетичний горизонт, см	pH (H ₂ O)	C _{орг.} , %	Cu	Pb	Cd	Zn	Mn	Sr	S	
			мкг/г повітряно сухого ґрунту							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
В і д в а л										
Елювіальний ландшафт, ембріозем гумусово-аккумулятивний карбонатний легкосуглинковий (дернова стадія первинної сукцесії злаково-різнотравного угруповання з домінуванням тонконога лучного)										
Ad	0-3	7,51	4,37	30/0,1	24/0,5	0,4/0,2	130/11,0	2775/600	160/70	3300
BC	3-6	7,63	1,04	39/1,8	18/0,5	0,3/0,2	110/6,0	2920/660	190/90	2300
C	6-30	7,82	0,52	35/4,5	19/1,5	0,2/0,1	108/8,0	2200/940	190/140	1700
Г і д р о в і д в а л										
Ембріозем дерновий карбонатний середньосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
Ad	0-6	0-6	1,66	10/0,1	21/0,5	0,1/0,05	56/11,0	2900/600	80/70	300
AC	6-19	6-19	0,55	12/1,8	21/0,5	0,2/0,1	70/6,0	3800/660	100/90	200
C	19-35	19-35	0,60	34/4,5	21/1,5	0,3/0,1	104/8,0	1740/940	215/140	1400
Ембріозем органоаккумулятивний карбонатний середньосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням очерету звичайного)										
A	0-8	7,20	2,45	6/0,3	14/1,5	0,1/0,05	56/2,0	200/60	80/20	1000
C _a	8-29	7,85	0,14	7/0,6	14/2,0	0,1/0,05	44/0,3	285/120	100/30	200
C	29-38	7,89	0,11	6/0,3	13/1,0	0,2/0,1	36/0,3	570/125	90/25	800

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Ембріозем орґаноаккумулятивний карбонатний середньосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
A	0-4	7,55	2,34	35/1,9	20/1,5	0,3/0,2	98/11,0	1360/840	250/190	6400
C _a	4-9	7,85	1,18	42/3,3	19/2,5	0,3/0,2	94/10,0	1470/1120	260/170	7000
C	9-46	7,62	0,97	38/3,3	16/3,0	0,3/0,2	98/9,0	1220/800	290/200	7100
Хвостосховище флотації										
Ембріозем орґаноаккумулятивний карбонатний середньосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням очерету звичайного)										
A	0-1	7,79	22,60	18/0,3	42/<1,0	<0,05	80/56,0	10000/150	3300/460	2200
C ₁	1-14	7,83	1,25	13/2,2	16/<1,0	<0,05	12/5,0	600/160	2400/300	14300
C ₂	14-35	7,81	0,39	42/1,0	16/<1,0	<0,05	12/3,0	600/160	2400/280	13300
C ₃	35-36	8,05	1,07	8/0,1	15/<1,0	<0,05	24/2,5	840/160	3100/420	13500
C ₄	36-65	8,00	0,29	7/0,2	16/<1,0	<0,05	18/3,6	600/200	5040/380	13500

* Валовий уміст / уміст рухомих форм (ацетатно-амонійний буфер, рН 4,8).

Таблиця 3

Уміст хімічних елементів у технозомах Яворівського родовища сірки*, липень 2004 р.

Генетичний горизонт, см	pH (H ₂ O)	C _{орг.} , %	Cu	Pb	Cd	Zn	Mn	Fe	Sr	S	
мкг/г повітряно сухого ґрунту											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Зональні ґрунти											
Лучний зв'язнопіщаний											
A	0-28	5,31	1,43	3.5/0.4	7.0/0.5	0.07/0.05	19.0/1.3	160/114	6318	48	-
AB	28-41	5,43	1,28	3.5/>0.1	8.0/0.5	0.07/0.05	19.0/0.8	105/90	5415	50	-
B	59-70	5,48	0,19	3.0/>0.1	7.5/0.5	0.07/0.05	14.3/1.3	60/20	5415	45	-
Лучно-болотний карбонатний піщаний											
A	0-5	6,82	0,68	4.0/0.5	7.0/0.5	0.30/0.04	9.5/0.6	90/20	5415	32	-
B	5-25	6,00	0,14	4.5/0.7	5.5/0.5	0.40/0.30	8.6/0.4	165/8	7220	30	-
BC1 gl	25-38	7,03	0,03	8.5/1.3	10.0/0.5	0.15/0.23	20.9/0.4	200/3	9928	44	-
BC2 gl	38-90	7,15	0,02	7.0/1.3	6.5/0.5	0.25/0.12	15.2/0.4	993/15	6318	48	-
Відвал № 1											
Елювіальний ландшафт, ембріозем гумусоаккумулятивний карбонатний важкосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)											
A	0.3-2(4)	7.83	2.50	26/1.1	18.7/3.2	0.94/0.12	68/5.0	938/189	32844/54	53	3400
AB	2(4)-6	7.73	1.22	36/1.6	18.7/4.0	-/0.16	72/3.9	1173/216	35190/189	110	2300
D ₁	6-45	7.90	0.58	30/1.6	21.3/3.2	-/0.20	60/1.5	845/153	35190/117	69	300
D	245-80	7.98	0.48	20/1.3	17/2.4	0.85/0.16	54/1.5	845/198	32375/153	68	<100
Транселювіальний ландшафт, ембріозем орґаноаккумулятивний дерновий карбонатний важко-суглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)											
A	0.1-1(3)	7.64	1.94	44/0.8	22.1/4.0	-/0.16	76/5.6	798/189	40351/99	75	3000
D	1(3)-6(8)	7.93	1.04	44/1.3	8.5/1.6	-/0.16	52/3.9	798/198	35190/189	98	2100
D ₁	6(8)-65	8.01	0.84	34/1.0	16.2/3.2	-/0.16	66/2.0	798/225	37536/180	98	2800

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Трансакумулятивний ландшафт, ембріозем орґаноаккумулятивний карбонатний важкосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
aD 0.5-6	7.80	1.59	36/1.1	21.3/4.0	-/0.20	64/6.4	891/180	34721/135	71	3000
D 6-35	7.91	0.99	44/1.8	11.1/4.0	-/0.16	60/4.1	751/216	32375/189	83	3500
I похований 35-50	7.47	0.15	6.8/0.6	10/2.4	-/0.08	15/0.7	153/23	4692/9	21	300
В і д в а л № 2										
Елювіальний ландшафт, ембріозем орґаноаккумулятивний карбонатний легкосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
Da 0-0.2	8.05	1.92	26/1.2	12.8/4.0	-/0.30	60/8.7	1877/855	35659/144	100	3200
D1 0.2-48	7.69	0.91	40/4.0	21.3/3.2	-/0.20	56/4.2	2346/630	39882/171	120	3800
D2 48-55	8.33	1.10	30/0.6	16.2/3.2	-/0.04	50/4.5	563/342	41290/180	80	3800
Транселювіальний ландшафт, ембріозем орґаноаккумулятивний карбонатний легкоглинистий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
aD 0-0.2	7.96	2.43	34/1.0	19.6/2.4	-/0.04	64/8.8	1642/540	32375/108	120	13500
D1 0.2-63	8.14	1.13	40/2.7	16.2/4.0	-/0.04	50/7.3	938/495	26744/201	160	6700
D2 63-75	7.97	1.31	50/2.0	15.3/4.8	-/0.04	78/6.8	2815/630	34721/235	200	11300
Трансакумулятивний ландшафт, ембріозем орґаноаккумулятивний карбонатний важкосуглинковий (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
aD 0-0.2	8.06	1.41	26/1.0	17/2.4	-/0.08	58/4.3	1079/324	33782/144	100	6900
D1 0.2-40	8.15	0.89	36/1.7	19.6/2.4	-/0.04	58/4.1	985/333	32844/252	120	3300
D2 40-45	8.47	0.07	4/2.0	11.1/2.4	-/0.04	6/0.7	41/36	3312/36	24	800
D3 45-81	7.91	0.71	32/2.0	18.7/2.4	-/0.04	52/2.7	704/243	36598/208	80	5800
Г і д р о в і д в а л										
Ембріозем ініціальний карбонатний зв'язнопіщаний (ініціальна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
D 10.3-9	7.77	0.02	4.4/0.4	6/0.8	0.25/0.04	8.2/0.3	41/27	2484/45	26	700
D ₂ 9-65	8.12	0.01	3.8/0.7	5.5/0.8	0.13/0.04	71/0.4	59/18	1656/18	29	<100
Ембріозем орґаноаккумулятивний карбонатний зв'язнопіщаний (кореневищна стадія первинної сукцесії з домінуванням куничника наземного)										
Ad 0.3-5	7.52	0.36	10.2/1.0	8/2.4	0.5/0.04	16.5/1.5	135/32	4692/8	29	700
D 5-55	7.46	0.38	44/2.5	8/1.6	0.19/0.04	56/2.1	1380/36	31464/36	71	4300
Т е р и т о р і я п і д з е м н о ї в и п л а в к и с і р к и										
Ембріозем ініціальний зв'язнопіщаний (ініціальна стадія первинної сукцесії)										
D1 0-21	3.08	0.45	9/0.6	11/2.4	-/0.04	10.6/1.2	12/9	3036/378	23	4900
D2 21-50	2.85	5.66	2/0.5	11/2.4	-/0.04	33/10.0	135/108	24012/8100	45	129000
T 50-65	4.68	3.77	6.5/0.5	20/8.0	-/0.04	40/2.5	153/136	11040/201	32	12000
Х в о с т о с х о в и щ е ф л о т а ц і ї										
Ембріозем орґаноаккумулятивний карбонатний супіщаний (дернова стадія первинної сукцесії злаково-різнотравного угруповання з домінуванням мітлици тонкої і кострици лучної)										
A _d 0-0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D1 0.5-13	7.54	0.15	4.5/1.0	10/4.0	-/0.04	14/3.1	259/117	3312/5	353	13100
D2 13-20	7.60	0.30	6/1.5	8.5/5.6	-/0.08	18/4.3	240/99	2815/9	380	20400
D3 20-25	7.65	0.18	3.8/1.2	8.5/4.8	-/0.08	12/3.3	220/117	2815/9	380	15000
D4 25-27	7.85	0.97	3.8/1.3	10/4.0	-/0.04	10/2.7	230/117	2815/72	320	20000
D5 27-50	7.41	1.91	3.4/0.9	8.5/4.0	-/0.08	12/4.9	400/180	2815/4	340	25900

* Валовий уміст / уміст рухомих форм (ацетатно-амонійний буфер, рН 4,8).

свої науково обгрунтовані ГДК (Глазовская, 1997). Порівняння вмісту досліджених металів у технозомах з нормами забруднення ґрунтів європейських країн (Eikmann, 1993; Kelepertsis, 2002) також не дає підстав стверджувати про небезпеку для живих систем чи неможливість використання для сільськогосподарського виробництва. Деякі застереження виникають щодо марганцю, але, незважаючи на досить високий уміст металу, фізико-хімічні властивості ґрунтів території дослідження (слаболужна реакція водної витяжки, значний уміст органічної речовини, важкий механічний склад), недоліки сучасної системи показників ГДК дають підстави прогнозувати, що перевищення прийнятих в Україні рівнів ГДК марганцю в технозомах передкарпатських родовищ сірки не буде впливати на якість сільськогосподарської продукції чи мати інші негативні наслідки для розвитку природних екосистем. Для остаточної відповіді на ці питання, а також на питання про вплив ґрунтових вод цих ландшафтів на геохімічний склад навколишніх поверхневих та підземних вод потрібні додаткові дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Бок Р.** Методы разложения в аналитической химии. – М.: Химия, 1984. – 207 с.
- Виноградов А. П.** Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555-572.
- Глазовская М. А.** Методологические основы оценки эколого-геохимической устойчивости почв к техногенным воздействиям. – М.: МГУ, 1997. – 102 с.
- Курачев В. М.** Классификация почв техногенных ландшафтов / В. М. Курачев, В. А. Андроханов // Сибирский эколог. журн. – 2002. – № 3. – С. 255-261.
- Методические рекомендации** по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометеоздат, 1981.
- Методика моніторингу земель**, що перебувають у кризовому стані. – Х.: УААН, 1998. – 88 с.
- Никитин Б. А.** Определение содержания гумуса в почве // Агрехимия. – 1972. – Т. 3. – С. 123-125.
- Панас Р. Н.** Агроекологические основы рекультивации земель. – Львов: Изд-во при Львов.ун-те, 1989. – 160 с.
- Eikmann T., Kloke A.** Nutzungs- und schutzgutbezogene Orientierungswerte für (Schad) Stoffe in Böden. In: Rosenkranz D, Bachmann G, Einsele G, Harreß M (eds) Handbuch Bodenschutz 3590 14. Lfg. E. Schmidt Verlag, Berlin, 1993.
- Kelepertsis A., Alexakis D., Kita I.** Environmental geochemistry of soils and waters of Susaki area, Korinthos, Greece // Environmental Geochemistry and Health. – 2001. – V. 23. – P. 117-135.
- Turekian K. K., Wedepohl K. H.** Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. // Bull. Geol. Soc. of Amer. – 1961. – V. 72. – № 2. – P. 175-190.

Надійшла до редколегії 27.06.08