

УДК 504.75

**ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ ХІМІЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ
У ГРУНТОВО-РОСЛИННОМУ ПОКРИВІ ПРИМАГІСТРАЛЬНИХ СМУГ
ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛ.**

І. Волошин¹, Л. Матвійчук²

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. П. Дорошенка, 41, м. Львів, 79000, Україна

²Луцький біотехнічний інститут,
вул. Сагайдачного, 6, м. Луцьк, 43020, Україна

Розглянуто головні аспекти поширення хімічних елементів за умов примагістральних територій Волинської обл., а також методи визначення кларків концентрації та кларків розсіювання на підставі місцевих та регіональних фонових значень хімічних елементів у лісових і придорожніх насадженнях та ґрунтах району дослідження.

Ключові слова: екологічні проблеми, хімічні елементи, коефіцієнт концентрації, коефіцієнти розсіювання, фонові значення, автодороги.

Наші дослідження були зосереджені на головних аспектах екологічних проблем автомобільних доріг загальнодержавного значення Волинської обл. М-07 (Київ–Ковель–Ягодин), М-08 (Устилуг–Луцьк–Рівне) та М-19 (Доманове–Ковель–Луцьк–Чернівці): вивчали вміст та закономірності поширення, розробляли кларки концентрації хімічних елементів у примагістральних територіях району дослідження.

Для об'єктивної оцінки ступеня забруднення хімічними елементами ґрунтів та насаджень проаналізовано численні літературні праці для пошуків світових кларків, фонових значень різних хімічних елементів у земній корі, ґрунтоутворних породах, різних типах ґрунтів та насаджень, а саме К. Реуце, С. Кристя (1986), Ю. Саст зі співавт. (1990), А. Кабота-Пендіас, Х. Пендіас (1989), В. Олексієнко (1990), "Методичні вказівки з визначення..." (1989), Л. Карпачевський (1993).

Оскільки мінеральна частина ґрунтів значно зумовлена хімічним складом гірських порід літосфери, то зрозуміла подібність хімічного складу ґрунтів та хімічного складу літосфери. Однак хімічний склад ґрунтів значно змінений техногенним навантаженням хімічних елементів. Тому їхня концентрація в рослинах, як і в ґрунтах, фіксує не природний вміст хімічних елементів (що збігається з середніми кларковими значеннями), а ступінь антропогенного навантаження на сучасному етапі розвитку і стану рослинного покриву.

Кларк концентрації (КК) ми обчислювали за формулою

$$КК = k_i/K_i,$$

де k_i – вміст (кількість) i -го елемента у n -компоненті, K_i – кларк i -го елемента в літосфері.

Якщо $КК > 1$, то показник характеризує ступінь концентрації i -го елемента, у випадку $КК < 1$ свідчить про розсіювання його в компоненті певної природної системи.

Також використовували формулу в оберненому вигляді:

$$КР = K_i/k_i,$$

де КР – кларк розсіювання i -го елемента [5].

Розрахунок кларків концентрації та розсіювання хімічних елементів досліджуваних полігонів на прикладі автодороги М-07 (Київ–Ковель–Ягодин) наведено у табл. 1, 2.

Таблиця 1

Валовий вміст, та кларки концентрації та розсіювання хімічних елементів у ґрунтах приміагістральних територій автодороги М-07 (Київ–Ковель–Ягодин)

Номер експериментального полігону	Хімічний елемент	Кларк за Виноградовим, мг/кг ґрунту	Середня кількість		КК		КР	
			25м	50м	25м	50м	25м	50м
№ 1 с. Вишнів Любомльського р-ну	Pb	16	69,95	14,4	4,37	0,9	0,23	1,11
	Cu	47	10,7	3,25	0,23	0,07	4,39	14,46
	Zn	83	12,95	9,3	0,16	0,11	6,41	8,93
	Cd	-	0,8	0,22	-	-	-	-
№ 2 с. Луків Турійського р-ну	Pb	16	47,6	10,85	2,98	0,68	0,34	1,48
	Cu	47	2,65	3,88	0,06	0,08	17,74	12,11
	Zn	83	7,3	6,75	0,09	0,08	11,37	12,3
	Cd	-	0,18	0,31	-	-	-	-
№ 3 с. Пісочне Ковельського р-ну	Pb	16	12,75	10,4	0,8	0,65	1,26	1,54
	Cu	47	3,85	2,9	0,08	0,06	12,21	16,21
	Zn	83	6,8	6,15	0,08	0,07	12,21	13,5
	Cd	-	0,18	0,1	-	-	-	-
№ 4 с. Черевахи Маневицького р-ну	Pb	16	69,0	51,0	4,31	3,19	0,23	0,31
	Cu	47	9,45	6,05	0,2	0,13	4,97	7,77
	Zn	83	8,55	7,0	0,1	0,08	9,71	11,86
	Cd	-	0,29	0,15	-	-	-	-

Найвищі коефіцієнти концентрації характерні для свинцю в насадженнях усіх екополігонів та ґрунтах с. Вишнів Любомльського р-ну і с. Луків Турійського р-ну. Досить високі коефіцієнти розсіювання для міді с. Луків Турійського р-ну с. Пісочне Ковельського р-ну.

Міграція хімічних елементів спричинена дією внутрішніх і зовнішніх чинників, залежить від хімічної формули елементів та їхніх сполук, фізико-хімічних властивостей і вмісту в навколишньому середовищі, а також від стану та властивостей середовища міграції.

Питання забруднення ґрунтів токсикантами широко аналізують і в зарубіжній літературі (А. Кабота-Пендіас та Х. Пендіас (1989). Поведінку забруднювальних речовин у ґрунтах активно вивчають в Україні. В.М. Ільїн з'ясував, що в ґрунтах важкі метали концентруються в поверхневому шарі. Вони слабо мігрують униз по профілю (більше це стосується Pb, Cu, Zn, менше – Cd) [5].

Поділ чинників міграції хімічних елементів на внутрішні та зовнішні запропонований О.С. Ферсманом. Внутрішніми чинниками міграції елементів є їхні хімічні та фізичні властивості, що визначені будовою атомів, їхньою здатністю до утворення летких розчинних сполук, осадів тощо. До зовнішніх чинників належать характеристики умов міграції елементів – температура, тиск, кислотно-лужні та окисно-відновні умови та ін.

Таблиця 2

Валовий вміст, кларки концентрації та розсіювання хімічних елементів у листі насаджень приміагістральних територій автодороги М-07 (Київ-Ковель-Ягодин)

Номер експериментального полігону	Хімічний елемент	Кларк за Виноградним, мг/кг сухої маси	Середня кількість		КК		КР	
			25 м	50 м	25 м	50 м	25 м	50 м
№ 1 с. Вишнів Любомльського р-ну	Pb	1	27,9	13,9	27,9	13,9	0,04	0,07
	Cu	50	9,15	5,23	0,18	0,11	5,47	9,56
	Zn	10	177,32	58,34	17,73	5,83	0,06	0,17
	Cd	-	0,24	0,2	-	-	-	-
№ 2 с. Луків Турійського р-ну	Pb	1	25,85	34,65	25,85	34,65	0,04	0,03
	Cu	50	12,07	10,12	0,24	0,2	4,14	4,94
	Zn	10	118,78	16,92	11,88	1,69	0,01	0,59
	Cd	-	0,71	0,36	-	-	-	-
№ 3 с. Пісочне Ковельського р-ну	Pb	1	28,0	14,0	28,0	14,0	0,04	0,07
	Cu	50	9,25	6,8	0,19	0,14	5,41	7,35
	Zn	10	152,75	79,7	15,28	7,97	0,07	1,13
	Cd	-	0,62	0,25	-	-	-	-
№ 4 с. Черевахи Маневицького р-ну	Pb	1	29,5	17,0	29,5	17,0	0,03	0,06
	Cu	50	13,9	9,35	0,28	0,19	3,6	5,35
	Zn	10	111,9	51,7	11,19	5,17	0,09	0,19
	Cd	-	0,34	0,15	-	-	-	-

За головним геохімічним законом В.М. Гольдшміда, кларки хімічних елементів залежать від будови їхніх атомних ядер, а розподіл елементів зумовлений їх міграцією.

У 1989 р. О.І. Перельман відкоригував цей закон: геохімія елемента в земній корі залежить як від його хімічних властивостей, так і від величини кларка.

Здатність елементів до міграції головно зумовлена їхньою формою перебування. В.І. Вернадський визначив декілька форм наявності хімічних елементів у земній корі: гірські породи та мінерали (з природними водами та газами включно), жива речовина, маґма (силікатні розплави).

О.П. Перельман сформулював принцип рухомості компонентів: геохімічна особливість системи визначена провідними хімічними елементами, тобто елементами з високими кларками, що найактивніше мігрують та здатні до накопичення [6].

Характеристикою хімічного складу живої речовини є склад її мінеральної частини – попелу, якому притаманна вибірковість поглинання та накопичення хімічних елементів. Це описує коефіцієнт біологічного поглинання A_x , запропонований Б.Б. Полиновим, який визначають за формулою:

$$A_x = l_x/n_x$$

де l_x – вміст x -го елемента в попелі рослин; n_x – вміст x -го елемента в гірській породі чи ґрунті, або кларк літосфери.

Наведемо приклади вмісту хімічних елементів та коефіцієнтів біологічного поглинання рослинами (Перельман О.І., 1975) (табл. 3).

Причому, за Перельманом, Pb та Cu належать до елементів середнього накопичення та захоплення ($A_x = n \dots 0, n$), Zn – до середнього та інтенсивного накопичення ($A_x = n \dots 10n$), Cd – дуже слабкого накопичення та захоплення ($A_x = 0, n \dots 0, 0n$ і менше).

Таблиця 3

Кларкові величини та вміст хімічних елементів у попелі рослин

Хімічний елемент	Кларк літосфери n_{x1}	Найпоширеніший вміст у попелі рослин l_{x1}	A_{x1}	Середній вміст у попелі, за Ткаличем l_{x1}	A_{x2}	Максимальний вміст у попелі за Ткаличем l_{x2}
Pb	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-4}$	0,n-n	1		
Zn	$8,3 \cdot 10^{-3}$	0,0n	n-10	$9 \cdot 10^{-2}$	10,8	21,3
Cu	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$n \cdot 10^{-3}$	0,n-n	$2 \cdot 10^{-3}$		
Cd	$1,3 \cdot 10^{-5}$	-	-	$1 \cdot 10^{-6}$	0,1	0,01

Дані з біологічного поглинання хімічних елементів в примігстральних територіях Волинської обл. на прикладі автодороги М-07 (наведено в таблиці 4).

Таблиця 4

Величини біологічного поглинання важких металів рослинами при магістральних смуг М-07 (Київ-Ковель-Ягодин)

Номер полігонів	Номер проб	Двостороння відстань від автодороги, м	Коефіцієнт переходу елементів			
			Cu	Zn	Pb	Cd
1	1	25	0,89	13,58	0,36	0,28
	2	50	1,62	6,19	0,67	0,95
	3	25	0,83	13,81	0,44	0,31
	4	50	1,59	6,36	1,50	0,91
2	5	25	5,27	16,45	0,53	6,23
	6	50	2,53	2,56	4,05	1,19
	7	25	4,0	16,10	0,56	2,73
	8	50	2,69	2,44	2,50	1,33
3	9	25	2,37	22,06	2,09	4,0
	10	50	2,17	12,79	1,43	2,0
	11	25	2,44	22,88	2,30	3,15
	12	50	2,54	13,13	1,26	3,0
4	13	25	1,45	13,21	0,45	1,23
	14	50	1,56	7,34	0,36	2,0
	15	25	1,49	12,97	0,41	1,11
	16	50	1,53	7,44	0,31	0,50

Поглинання хімічних елементів рослинами залежить не тільки від їхніх біологічних особливостей і параметрів геохімічного середовища, а й від властивостей хімічних елементів, що їх споживають рослини з ґрунтових розчинів і атмосфери.

В основі переходу хімічних елементів, тобто біогенної міграції є утворення та розклад живої речовини. Біогенну міграцію характеризують за допомогою показників, наведених у табл. 5.

Хімічний склад рослин залежить і формується під впливом певних чинників, серед яких найголовнішими є певний склад геохімічного середовища та біологічні властивості, передусім біологічна вибірковість у поглинанні й накопиченні хімічних елементів, зумовлена генетичним кодом [6].

Таблиця 5

Геохімічні показники біогенної міграції хімічних елементів у ландшафтах
за І.А. Авесаломова, 1987.

Показник	Індекс	Розрахунок показника та його інформативність
Біофільність	B_x	Співвідношення кларка елемента в живій речовині до його кларка в літосфері. Характеризує кларки концентрації хімічних елементів у живій речовині
Коефіцієнт біологічного поглинання	$K_b, KBП, A_x/A_{x1}$	Співвідношення вмісту хімічного елемента в попелі рослин до вмісту його в ґрунті. Характеризує інтенсивність поглинання елементів рослинами
Біогеохімічна активність	БХА	Сума кларків концентрації (коефіцієнтів біологічного поглинання – A_x) елементів у попелі рослин. Характеризує здатність виду до накопичення мікроелементів
Коефіцієнт біогеохімічної активності	БГА	Співвідношення кількості певного хімічного елемента, який щороку споживають рослини, до кількості цього самого елемента, який щороку виноситься з іонним стоком. Характеризує роль розкладу органічних речовин у формуванні хімічного складу води
Ряд біологічного поглинання	РБП	Дає порівняльну характеристику інтенсивності біологічного поглинання елементів рослинами
Рослинно-ґрунтовий коефіцієнт	РГК (A_x)	Співвідношення концентрації хімічного елемента в попелі рослин до його вмісту в ґрунті. Характеризує інтенсивність накопичення елементів рослинами з твердої фази
Рослинно-водний коефіцієнт:	РВК	Співвідношення концентрації хімічного елемента в попелі рослин до його вмісту у воді. Характеризує інтенсивність накопичення елементів рослинами із рідинної фази
кореневий надземний	РВК _к РВК _н	
Рослинно-газовий коефіцієнт:	РГ _а К	Відношення концентрації хімічного елемента в попелі рослин до його вмісту в повітрі – приземному або ґрунтовому
кореневий надземний	РГК _к РГК _н	
Коефіцієнт відносного поглинання	ОСВР КВП	Співвідношення вмісту елемента в попелі досліджуваного виду рослин до його вмісту в еталонному виді, що росте в аналогічних умовах. Характеризує відмінності поглинання елемента різними видами рослин
Відносний вміст в органі рослини (акропетальний коефіцієнт)	ОСОР	Співвідношення вмісту елемента в попелі різних органів рослин до еталонного органа. Характеризує відмінності поглинання елемента різними органами рослин
Відносний вміст в органі рослини за фазами розвитку	АК ОІС	Співвідношення вмісту елемента в попелі рослин у різні фази розвитку до його вмісту в фазі визрівання (або у зимовий період). Характеризує відмінності поглинання елементів у різні фази функціонування рослин

Зазначимо, що рослини є біогеохімічним центром ландшафтів. Геохімічна вибірковість рослин зумовлена їхньою генетичною програмою, водночас геохімічне середови-

ще може впливати на зміну генетичного коду, не кажучи вже про зміну їхніх фізіологічних та морфологічних характеристик.

Статистичне опрацювання даних вмісту хімічних елементів (Cu, Zn, Pb, Cd) та розрахунки коефіцієнтів переходу (абсорбції) автомобільних полютантів при шляховими рослинами дає підстави зробити такі об'єктивні висновки. Активніше поглинають придорожні рослини цинк. Коефіцієнт абсорбції у 25 м смузі змінюється від 12,97 до 22,88, в 50 м смузі ці показники становлять 2,44–13,13. Майже аналогічна закономірність виявлена у поведінці Cu, Pb, Cd. Однак залежно від розміщення деревних порід та інтенсивності розсіювання, поглинання Cu, Cd у 50 м смузі виявлено значний вміст у чотирьох випадках з шістнадцяти для Cu, у трьох випадках з шістнадцяти серед показників Cd. Це дає підстави зробити висновок про те, що розсіювання хімічних елементів пов'язане з первинними аеродинамічними закономірностями, які можна з'ясувати детальними ландшафтно-магістральними дослідженнями.

1. *Авесаломова И.А.* Геохимические показатели при изучении ландшафтов. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1987. – 103 с.
2. *Волошин І.М., Ленкий М.І.* Еколого-географічні проблеми урбосистем Волинської області. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2004. – 355 с.
3. *Гришина Л.А.* Влияние атмосферного загрязнения на свойства почв. – М.: Изд-во Москов. ун-та, – 1990. – 203 с.
4. *Ивашов П.В.* Биогеохимия внутрипочвенного выветривания. – М.: Наука, 1993. – 337 с.
5. *Малишева Л.П.* Геохимия ландшафтов. – К.: Либідь, 2000. – 470 с.
6. *Перельман А.И.* Геохимия ландшафта. – М., 1961. – 496 с.
7. *Чубанов К.Д., Киселев В.Н., Бойко А.В.* Природная среда в зонах влияния промышленных центров: Сосновые леса Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1989. – 180 с.

CONFORMITIES TO THE LAW OF DIVISION OF CHEMICAL ELEMENTS ARE IN THE GROUND-VEGETABLE COVER OF MAIN BARS OF THE VOLYN REGION

I. Voloshin¹, L. Matviychuk²

¹*Ivan Franko National University of Lviv,
P. Doroshenko Str., 41, UA – 79000 Lviv, Ukraine*

²*Luck Biotechnical Institute,
Sagajdachnogo Str., 6, UA – 43020 Luck, Ukraine*

In the article the basic aspects of distribution of chemical elements are examined in the conditions of at highways territories of the Volynsk region. The methods of determination of clarkes of concentration and clarkes of dispersion on the basis of local and regional base-line sizes of chemical elements are considered in the forest and waysides planting and soils of research district.

Key words: ecological problems, chemical elements, coefficient of concentration, coefficients of dispersion, base-line sizes, highways.

Стаття надійшла до редколегії 06.10.2006
Прийнята до друку 27.10.2006