

УДК 631.416.8:546.74 (477.8)

Ю.М. Дмитрук, І.І. Слюсарчук¹

ОЦІНКА ВМІСТУ НІКЕЛЮ В ҐРУНТАХ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЛАНДШАФТІВ ПОКУТСЬКО-БУКОВИНСЬКИХ КАРПАТ НА ОСНОВІ ГЕОХІМІЧНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ

Черновицький національний університет

¹Борщевський агротехнічний коледж

У ґрунтах Покутсько-Буковинських Карпат установлений низький фоновий вміст нікелю відносно кларка. Максимальні значення вмісту нікелю характерні для глибоких буроземів елювіально-аккумулятивних ландшафтів. Більш надійна діагностика міграційних процесів можлива з використанням коефіцієнта радіальної міграції.

Ключові слова: буроземи, нікель, елементарний ландшафт.

Yu.M. Dmytruk, I.I. Slyusarchuk¹

Chernivtsy National University

Borshevskiy Agrotechnical college

EVALUATION OF CONTENT OF NICKEL IN SOILS OF ELEMENTARY LANDSCAPES OF POKUTSKO-BUCOVYNSKY CARPATHIANS WITH THE HELP OF GEOCHEMICAL METRICS

It is stated, that the background content of nickel in soils of Pokutsko-Bucovinsky Carpathians, which is determined by structure of litologie, soilforming of breeds, geomorphological conditions and structure of vegetation, is reduced in comparison with klark. The maximum of the content of nickel is on deep brown soils of eluvio-accumulation of landscapes and definition migration processes are diagnosed with the help of radial metric of migration better.

Key word: brown soils, nickel, elementary landscape.

Проведення моніторингу та біогеохімічне районування гірських територій ускладнене вертикальною поясністю та значною строкатістю геоморфологічних, геолого-літологічних, ботанічних умов, що визначають генезу ґрунтів. Актуальною є необхідність встановлення фонових показників вмісту окремих елементів на рівні елементарних ландшафтів, що дозволить у майбутньому порівнювати дані для різних ділянок з урахуванням геохімічних особливостей та приуроченості до ландшафту певного виду. Ґрунти території дослідження, хоча і досить близькі за властивостями, проте істотно відрізняються за морфологічними ознаками, насамперед – за потужністю генетичних горизонтів, причому тренд змін проявляється на незначних відстанях (іноді десятки метрів) та є непостійний.

Покутсько-Буковинські Карпати – гори у зовнішній смузі Українських Карпат, з переважанням низькогір'я (до 800 м над рівнем моря) та середньогір'я (максимум – гора Ротило, 1483 м). Ці гори представлені системою паралельних хребтів, розділених річковими долинами. Складені вони переважно з флішу. Серед рослинності до висоти 600–700 м панують букові та буково-ялинові ліси, до висоти 1100–1200 м – буково-ялиново-смерекові та смерекові ліси, вище – смерекові ліси та полонини (Природа ..., 1973).

У цілому на території дослідження зональними і найпоширенішими є буроземи, а саме: бурі гірсько-лісові ґрунти – під лісом та дерново-буроземні – під луками. Обидва підтипи діляться на кислі, оглеєні, а дерново-буроземні – і на еродовані відміни. Профіль буроземів сформований завдяки процесам вилуговування, метаморфізації, лесиважу, гумусонакопичення зі спорадичним проявом оглеєння та опідзолення на фоні переважно промивного водного режиму (Атлас ..., 1979; Канивець, 1991; Руднева, 1960; Топольний, 1991). Характерна риса регіону дослідження – відсутність серед бурих гірсько-лісових ґрунтів еродованих відмін, незважаючи на істотну кількість стрімких (понад 20–25 градусів) схилів.

Відбирались зразки ґрунтів за генетичними горизонтами до материнської породи включно для розрізів, закладених на реперних точках, що репрезентували всі види елементарних геохімічних ландшафтів. Останні представлені ландшафтами: елювіальними (неширокі вододільні частини хребтів і вершин) з середньоглибокими видами буроземів; транселювіальними (на схилах різної стрімкості, площею близько 80–85 % всієї території дослідження) з неглибокими видами буроземів та елювіально-акумулятивними (западин і міжгірських котловин та улоговин, зрідка нижніх частин пологих схилів) з глибокими видами буроземів. До глибоких видів буроземів відносяться ґрунти з потужністю гумусованих горизонтів понад 85 см; до середньоглибоких – 65–85 см; до неглибоких – 45–65 см; до короткопрофільних – 30–45 см, а з меншою потужністю, ніж 30 см – до слабкорозвинених. Відбирались також середньозмішані зразки ґрунтів на глибину верхнього горизонту за площею окремих елементарних ландшафтів для наступного картографування.

У відібраних зразках ґрунтів визначали: вміст гумусу, кислотність активну та обмінну, місткість вбирання та гранулометричний склад згідно із загальноприйнятими методиками. Вмісту нікелю визначали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі *KAC-120 MI*: валовий – на основі азотнокислої витяжки, рухомих форм – на основі ацетатно-амонійного буферу з $pH = 4,8$.

Визначались коефіцієнти: елювіально-акумулятивний ($K_{e/a}$) для автономних ландшафтів та радіальної диференціації (R) замість $K_{e/a}$ для ґрунтів гетерономних ландшафтів, які відрізняються дефініціями, але за суттю є однакові, показуючи відношення вмісту елемента в будь-якому генетичному горизонті до вмісту цього ж елемента в материнській породі; кларк концентрації (K_k), як відношення вмісту елемента в даному ґрунті до кларка цього ж елемента, причому, якщо вміст в даному ґрунті значно менший від величини кларку, то розраховують кларк розсіювання (K_p), в якому кларк і вміст елемента міняють місцями; коефіцієнт місцевої міграції (K_m) показує відношення елемента в ґрунтах підпорядкованого ландшафту до вмісту цього ж елемента в ґрунтах автономного ландшафту (Перельман, 1975).

Як показує практика, $K_{e/a}$ не завжди відображає дійсний хід міграційних процесів, тому ми пропонуємо використовувати коефіцієнт радіальної міграції, який розраховується для кожного генетичного горизонту окремо:

$$K_{\Gamma_i} = C_i / \bar{C},$$

де C_i – вміст елемента в i -тому генетичному горизонті ґрунтів певного елементарного ландшафту; \bar{C} – середній вміст того ж елемента для аналогічних генетичних горизонтів усіх видів елементарних ландшафтів. Значення цього коефіцієнта, більші від одиниць, свідчать про акумулятивні процеси, порівняно з іншими елементарними ландшафтами, а менші від одиниць – про міграцію елемента.

Як додатковий показник для підтвердження наявності виносу (акумуляції) може використовуватися індекс насиченості ґрунту елементами (Оцінка ..., 2000):

$$Me = \sqrt[n]{(C_1/C_{f1}) \times (C_2/C_{f2}) \times \dots \times (C_n/C_{fn})},$$

де C_1, C_2, \dots, C_n – вміст елементів у ґрунті, мг/кг; $C_{f1}, C_{f2}, \dots, C_{fn}$ – значення регіонального фону елементів у ґрунтах, мг/кг. Для одного елемента вираз спрощується:

$$Me = \sqrt[n]{C_1/C_{f1}},$$

Проте слід враховувати, що значення регіонального фону не завжди можуть бути коректними, тобто для встановлення цього показника необхідно провести значну кількість вимірювань.

Аналіз даних, наведених у табл. 1, у цілому підтверджує встановлені раніше закономірності: різке зменшення вмісту гумусу вниз по профілю, зниження місткості вбирання, яка є в першу чергу функцією органічної речовини, деяке зменшення кислотності в цьому ж напрямку та практично рівномірний розподіл по профілю гранулометричного складу. Установлені фізико-хімічні показники буроземів є досить близькі, тому диференціація вмісту нікелю в ґрунтах не може пояснюватися лише їхніми властивостями.

Розподіл нікелю у ґрунтах (табл. 2) свідчить про істотнішу різницю між досліджуваними ґрунтами, незважаючи на близьке, а в окремих випадках і на сусіднє залягання елементарних ландшафтів. Установлено такий регіональний фон для буроземів: валовий вміст – 13,6 мг/кг, вміст рухомих форм – 0,96 мг/кг ($n = 43$).

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники досліджуваних буроземів						
Показники	Ґрунти					
	бурі гірсько-лісові ($n = 18$)			дерново-буроземні ($n = 25$)		
	<i>H</i>	<i>HP</i>	<i>P</i>	<i>H</i>	<i>HP</i>	<i>P</i>
Вміст гумусу, %	3,64	1,21	0,42	3,12	1,06	0,35
pH _{водний}	4,98	5,08	5,32	5,02	4,94	5,15
pH _{сольовий}	3,68	4,12	4,48	3,98	4,05	4,52
Місткість вбирання, мг-екв/100 г	22,1	19,0	13,1	23,8	21,2	17,7
Σ частинок, %	< 0,01	25,1	26,0	26,6	26,3	27,8
	< 0,001	9,22	10,1	12,0	9,88	11,9

Виявлено, що валовий вміст нікелю і кількість його рухомих форм зростають вниз по профілю, незважаючи на велику спорідненість цього елемента з органічною речовиною. Найменший вміст нікелю у верхньому горизонті можна пояснити процесами міграції як радіальної, так й латеральної. Це підтверджується елювіально-аккумулятивними коефіцієнтами та кларком розсіювання нікелю (табл. 2).

Таблиця 2

Середній вміст нікелю в ґрунтах та значення коефіцієнтів міграції							
Показники	Ґрунти						
	бурі гірсько-лісові ($n = 18$)			дерново-буроземні ($n = 25$)			
	<i>H</i>	<i>HP</i>	<i>P</i>	<i>H</i>	<i>HP</i>	<i>P</i>	
Валовий вміст, мг/кг	8,30	9,67	12,5	11,7	15,7	23,6	
Вміст рухомих форм, мг/кг	0,58	0,71	0,80	0,83	0,90	1,91	
Рухомі форми від валового вмісту, %	6,99	7,34	6,40	7,09	5,73	8,09	
$K_{e/a}$ (R)	валового вмісту	0,66	1,0	1,0	0,50	0,66	1,0
	рухомих форм	0,72	1,0	1,0	0,43	0,47	1,0
Кларк розсіювання	4,21	3,62	2,80	2,99	2,23	1,48	
Індекс насиченості ґрунту нікелем	валовим		0,86		1,11		
	рухомими формами		0,85		1,10		

У дерново-буроземних ґрунтах кількість нікелю достовірно більша, ніж у бурих гірсько-лісових. Априорі можна говорити про відмінності в генезі цих підтипів ґрунтів, найбільша з яких пов'язана із складом рослинності, зокрема з тим, що трав'янисті фітоценози потужним шаром дернини вагомніше впливають на перерозподіл потоків речовини, ніж лісова підстилка над бурими гірсько-лісовими ґрунтами. Відомо і про різні можливості видів рослин акумулювати ті чи інші елементи.

Проте елювіально-аккумулятивні коефіцієнти свідчать про інтенсивніше винесення, особливо рухомих форм, з профілю дерново-буроземних ґрунтів.

Насправді, у дерново-буроземних ґрунтах валового вмісту нікелю більше, ніж у бурих гірсько-лісових: у гумусовому горизонті – в 1,41 рази; у перехідному – в 1,62 рази;

у материнській породі – в 1,89 рази; вмісту рухомих форм нікелю – в 1,43; 1,27 та в 2,39 рази більше відповідно. Отже, у породі – найсуттєвіші відмінності за кількістю нікелю, що говорить про її визначальний вплив на цей елемент. Проте така залежність може бути не стільки спричинена складом ґрунотвірної породи, як її зміненістю внаслідок процесів вивітрювання. Зменшення диференціації за кількістю нікелю в гумусовому горизонті має й слід складу рослинності. Отже, визначення $K_{e/a}$ призвело до некоректних висновків.

Середній відсоток рухомих форм нікелю від його валового вмісту для бурих гірсько-лісових ґрунтів дорівнює 6,91, а для дерново-буроземних – 6,97, що також є підтвердженням однорідності ґрунотвірних процесів, які спричинили появу буроземів. Зміни цього показника по профілю досліджуваних ґрунтів є ознака високої динамічності рухомих форм у ґрунтах, особливо для аналізованих нами природних умов.

Отже, фоновий вміст нікелю в буроземах Покутсько-Буковинських Карпат – наслідок спільного впливу літогенної основи, складу рослинності та промивного водного режиму для даних геоморфологічних умов. Кількість нікелю в цій частині Карпат знижена порівняно з кларком літосфери (58,0 мг/кг) та даними для ґрунтів Українських Карпат у цілому (35,0 мг/кг).

Морфологія бурих гірсько-лісових ґрунтів – похідна комплексу чинників, які визначають глибину проникнення низхідних токів вологи та інтенсивність радіальних міграційних процесів. На транселювальних ландшафтах, де переважають неглибокі ґрунти, рівнодіюча сила тяжіння, а з нею і потоки речовини, направлені вниз по схилу. Але інтенсивні зливові дощі у поєднанні зі значною скелетністю буроземів сприяють міграції нікелю і вниз по профілю. На середньоглибоких буроземах останній процес є визначальний через відсутність латерального перенесення, а для глибоких ґрунтів найістотнішим стає вплив вмивання речовини внаслідок підлеглого розміщення елювіально-аккумулятивних та аккумулятивних ландшафтів.

Для визначення геохімічних особливостей нікелю на рівні елементарних ландшафтів розраховувались середні показники різновидів ґрунтів, тобто потужність профілю ми розглядали як функцію вищеназваних процесів (табл. 3). Існує найбільша відмінність між ґрунтами різних елементарних ландшафтів за потужністю перехідного горизонту: 37, 51 та 80 см відповідно.

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники буроземних ґрунтів за елементарними ландшафтами

Горизонт, глибина, см	Вміст гумусу, %	рН водн.	Місткість вбирання, мг-екв/100 г	Фізична глина, %	Мул, %	Ni, мг/кг		Рухомі форми від валу, %	$K_{e/a}$ (R)	
						вал.	рух.		вал.	рух.
Неглибокі відміни буроземів – транселювальних ландшафтів										
Н, 3–18	2,84	5,08	22,9	25,1	9,11	10,2	0,68	6,67	0,51	0,41
НР, 18–55	1,04	4,84	20,6	26,1	10,1	11,5	0,96	8,35	0,58	0,58
Р, 55 ...	0,32	4,60	17,5	27,4	11,5	20,0	1,64	8,20	1,0	1,0
Середньоглибокі – елювіальних ландшафтів										
Н, 3–21	3,08	5,46	23,9	27,3	10,3	9,65	0,88	9,12	0,63	0,88
НР, 21–72	1,02	5,26	22,1	28,3	11,3	11,4	0,61	5,35	0,75	0,61
Р, 72 ...	0,33	4,86	18,0	29,5	12,5	15,2	1,0	6,58	1,0	1,0
Глибокі – аккумулятивних й елювіально-аккумулятивних ландшафтів										
Н, 4–23	2,64	5,12	23,0	25,6	9,47	12,6	0,56	4,44	0,43	0,34
НР, 23–103	1,01	4,90	21,9	26,6	10,5	26,1	1,18	4,52	0,89	0,72
Р, 103 ...	0,29	4,62	18,1	27,5	11,7	29,3	1,63	5,56	1,0	1,0

Для елювіальних ландшафтів із середньоглибокими буроземами в умовах переважання радіальної міграції, яка не лімітується практично жодним фактором, виявлено найвищий вміст гумусу та значення місткості вбирання, найменшу кислотність і дещо важчий гранулометричний склад. Вміст нікелю у ґрунтах елювіальних ландшафтів найменший, що спричинено його винесенням за межі ґрунтового профілю під дією низхідних потоків. За інтенсивністю винесення нікелю з профілю ці ґрунти займають проміжне положення між неглибокими і глибокими буроземами, враховуючи елювіально-акумулятивний коефіцієнт, але коефіцієнти радіальної міграції свідчать про найсильніше винесення металу.

Вища інтенсивність міграції нікелю (згідно з $K_{e/a}$), виявлена для неглибоких буроземів транселювіальних ландшафтів, що може пояснюватися поєднаною дією радіального та латерального перенесень. Проте за величиною K_R ґрунти транселювіальних ландшафтів займають середнє положення між глибокими та середньоглибокими відмінами буроземів. Ймовірно видається сильніший вплив наближеності материнської породи до поверхні на кількість нікелю, тобто фактор літології може дещо компенсувати вплив міграційних потоків. Для неглибоких буроземів властиві найменша місткість вбирання, найлегший гранулометричний склад та найвища кислотність. Саме остання, як відомо, сприяє підвищеній рухомості нікелю.

На глибоких буроземах, приурочених до западинних елементів рельєфу, переважання акумулятивних процесів над міграційними слабо вплинули на властивості ґрунтів, зате зумовили максимум вмісту нікелю, особливо в нижній частині профілю. Нагромадження речовини є причина найменшої рухомості досліджуваного металу, хоча абсолютний вміст рухомих форм нікелю тут практично найвищий. Для цих ґрунтів $K_{e/a}$ дає досить неоднозначну оцінку, у той час як коефіцієнти радіальної міграції підтверджують переважання процесів акумуляції.

Отже, найменше валового нікелю на середньоглибоких ґрунтах, тобто на елювіальних ландшафтах, що спричинені радіальним винесенням, який є основний порівняно з латеральним перенесенням. Тому неглибокі ґрунти, приурочені до транселювіальних ландшафтів, містять більшу кількість нікелю, а максимум його – у глибоких відмінах буроземів на акумулятивних та елювіально-акумулятивних ландшафтах. Через те що елювіально-акумулятивні коефіцієнти переважно не відповідають установленим закономірностям, доцільно використовувати коефіцієнт радіальної міграції.

Останній підтверджує зроблені нами висновки (табл. 4): K_R в 95 % випадків краще, ніж елювіально-акумулятивний коефіцієнт, підтверджує спрямованість міграційних (акумулятивних) процесів. Крім того, K_R матиме різні значення і для материнської породи, у той час як $K_{e/a}$ у таких випадках постійно дорівнює 1,0. Але ж беззаперечно, що процеси

Таблиця 4

Порівняння значень коефіцієнтів міграції нікелю в ґрунтах

Генетичні горизонти	$K_{e/a}$ (R)		K_R		Me		Km	
	вал.	рух.	вал.	рух.	вал.	рух.	вал.	рух.
Неглибокі – транселювіальних ландшафтів								
Н	0,51	0,41	0,94	0,96	0,87	0,84	1,06	0,77
НР	0,58	0,58	0,70	1,04	0,92	1,0	1,01	1,57
Р	1,0	1,0	0,93	1,15	1,21	1,31	1,32	1,64
Середньоглибокі – елювіальних ландшафтів								
Н	0,63	0,88	0,89	1,24	0,84	0,96	1,0	
НР	0,75	0,61	0,70	0,66	0,92	0,80		
Р	1,0	1,0	0,71	0,70	1,06	1,02		
Глибокі – акумулятивних й елювіально-акумулятивних ландшафтів								
Н	0,43	0,34	1,17	0,79	0,96	0,76	1,30	0,64
НР	0,89	0,72	1,60	1,28	1,38	1,11	2,29	1,93
Р	1,0	1,0	1,36	1,15	1,47	1,30	1,93	1,63

міграції не завжди припиняються у ґрунтоутворюючій породі, особливо за умов промивного та й періодично промивного водного режиму. Отже, можливості коефіцієнта радіальної міграції для характеристики динамічних процесів, пов'язаних з перенесенням елементів, більші, ніж елювіально-аккумулятивного коефіцієнта.

Дійсно, для глибоких буроземних ґрунтів тільки в одному випадку виявлено переважання винесення (гумусовий горизонт для вмісту рухомих форм), у той час як для середньоглибоких лише раз спостерігається акумуляція (у тому ж місці). Неглибокі ґрунти займають проміжне місце між вищевказаними (табл. 4). Такий рейтинг за величиною радіального коефіцієнта цілком відповідає розміщенню ґрунтів за вмістом нікелю. Ймовірно, що достовірніші результати цього коефіцієнта будуть для валового вмісту, який менш динамічний порівняно з рухомими формами елемента.

Кларк розсіювання підтверджує винесення нікелю, який є сильний для бурих гірсько-лісових ґрунтів, що пояснюється впливом фактора рельєфу та лісової підстилки. Коефіцієнти ж місцевої міграції в цілому показують, що валовий нікель у більшій кількості нагромаджується в ґрунтах гетерономних ландшафтів порівняно з автономними, а рухомі його форми виносяться тільки з гумусового горизонту ґрунтів цих ландшафтів, вниз по профілю їх кількість також зростає порівняно з ґрунтами елювіальних ландшафтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Н.К. Крупкого, Н.И. Полупана. – К.: Урожай, 1979. – С. 119-136.
- Канивец В.И. Буроземообразование в лесных почвах Украинских Карпат // Почвоведение. – 1991. – № 4. – С. 19-28.
- Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высш. шк., 1975. – 341 с.
- Природа Українських Карпат / Під ред. К.І. Геренчука. – Л.: Вища шк., 1973. – 254 с.
- Оцінка автореабілітаційних властивостей природного середовища / О.В. Пушкарьов, В.С. Давидчук, Ю.Я. Сушик, І.Ф. Шраменко // Доповіді НАНУ. – 2000. – № 2. – С. 208-213.
- Руднева Е.М. Почвенный покров Закарпатской области. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 228 с.
- Топольный Ф.Ф. Буроземы Украинских Карпат: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Х., 1991. – 32 с.

Надійшла до редколегії 05.03.03