

УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК

**Національний науковий центр "Інститут
грунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського"**

**Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах
України**

За редакцією доктора с.-г. наук А.І. Фатєєва і кандидата с.-г. наук
Я.В.Пашенко

Харків – 2003

ЗМІСТ

1. Вступ (А.І. Фатєєв)
2. Вміст мікроелементів у ґрунтотворних породах (А.І. Фатєєв)
3. Вміст мікроелементів у ґрунтах України (А.І. Фатєєв, Я.В. Пащенко, М.М. Мирошніченко, В.Л. Самохвалова)
4. Вміст мікроелементів у зрошуваних ґрунтах (С.А. Балюк, М.А. Захарова)
5. Загальні закономірності вмісту та розподілу мікроелементів у ґрунтах України (А.І. Фатєєв, Я.В. Пащенко)
6. Бібліографія

ПЕРЕДМОВА

Вміст мікроелементів у рослинах, їх вплив на ріст, розвиток, кількісну й якісну продуктивність сільськогосподарських культур визначається вмістом мікроелементів у ґрунтах, який у свою чергу обумовлений факторами ґрунтоутворення, що визначають процеси розчинності й осадження речовин, міграції, акумуляції й перерозподілу мікроелементів у ґрунтовому профілі. Від цього залежить відповідний склад мікроелементів і їхній розподіл у генетичних горизонтах у кожному типі ґрунту.

Крім факторів ґрунтоутворення на вміст мікроелементів у ґрунтах промислово розвинутих регіонів України значний вплив справляє ще й антропогенний фактор.

Надмірне накопичення мікроелементів у ґрунтах прилеглих до підприємств територій веде до негативного впливу на рослини, ґрунтову біоту і якість урожаю сільськогосподарських культур.

У зв'язку з цим виникає нагальна необхідність визначення природного вмісту мікроелементів в окремих ґрунтах України, закономірностей їх географічного поширення й розподілу в ґрунтовому профілі. Вирішення поставлених питань стане основою розробки заходів із використання мікродобрив у сільськогосподарському виробництві а також визначенні рівня техногенного тиску при геохімічному обстеженні забруднених територій.

У роботі використані матеріали лабораторії фізико-хімії ґрунтів Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського (Г.М. Олександрова, Л.П. Головіна, М.Н. Лисенко, Т.І. Кисіль)

ВСТУП

За В.І. Вернадським і А.П. Виноградовим до мікроелементів віднесені елементи, вміст яких у живому організмі не перевищує 1×10^{-2} %, але при цьому вони виконують дуже важливі функції. Сам термін "мікроелемент" підкреслює не стільки кількісний вміст хімічного елемента, скільки його ергічний характер в зв'язку з тим, що особливості дії мікроелементів у фізико-біологічних процесах проявляються у впливі на їх поведження як біологічних активаторів. Незважаючи на дуже малий вміст мікроелементів у організмі, вони відіграють важливу роль в житті рослин і передусім у окисно-відновлювальних реакціях, що є основою таких життєво важливих процесів для рослинного організму як дихання й фотосинтез. Багато мікроелементів безпосередньо входять до складу окислювально-відновлювальних ферментів, які відіграють важливу фізіологічну роль у житті рослин, впливаючи на обмін речовин, стійкість рослин до несприятливих умов зовнішнього середовища (висока та низька температура, нестача вологи) до різних шкідників і хвороб.

Природним джерелом мікроелементів для рослин є ґрунт, і тому їх нестача у прикореневій зоні, і, як наслідок, у рослинах веде до функціональних порушень в організмі й появи низки захворювань. Багато відомих захворювань рослин (бактеріоз льону, гниль сердечка буряків, сіра плямистість злаків, хлороз, розеточна хвороба та ін.) виникають виключно внаслідок нестачі мікроелементів у ґрунті. У зв'язку з цим для розробки заходів, пов'язаних із використанням мікроелементів у сільському господарстві необхідно визначити їх вміст у ґрунтах і виявити закономірності їх географічного розповсюдження. Але слід підкреслити, що багато мікроелементів, включаючи і необхідні для живих організмів, в аномально високих концентраціях токсичні для рослин, тварин і людини, що свідчить про визначальне значення концентрації елемента в ґрунті й форм його сполук.

Згідно ГОСТ 17.4.1.02-83 [1] до першого класу небезпеки крім миш'яку, кадмію, ртуті, селену, свинцю, фтору, бенз(а)пірену, віднесено і цинк, що є одним з найважливіших мікроелементів.

За В.А. Ковдою [2], практично для кожного елемента існують чотири рівні концентрацій: дефіцит елемента, оптимальний вміст, підвищений (терпимий) і дуже високий (летальний). Тобто при дефіциті вмісту елемента для живих організмів він розглядається як мікроелемент, а при надлишку - як забруднювач (або важкий метал). Як підкреслював А.П. Виноградов, для живого організму необхідні всі без виключення хімічні елементи [3, 4].

У таблиці 1 наведено залежність здоров'я людини й тварин від нестачі або надлишку окремих мікроелементів.

В.В. Ковальський і Г.А. Андріанова (1970) встановили порогові концентрації мікроелементів у ґрунтах, згідно яких можливе виділення регіонів, де може проявлятися їх порогова дія для людини, тварин і рослин (табл. 2)

Таблиця 1 - Вплив надлишку (+) та нестачі (-) мікроелементів у живленні тварин і людини [2]

Елементи	Наслідки, симптоми
-Co, -I	Ендемічний зоб у людини
-Fe, -Cu, -Zn, -Co	Анемія (особливо у дітей)
-Cu	Безпліддя, поганий ріст у тварин, низька якість вовни овець, легкість кісток (при дефіциті P)
-Cu, -I, (-Zn, -I)	Ендемічний зоб у людини
+Mo	Ендемічна подагра, порушення кровообігу, шлунково-кишкових функцій, безпліддя
+Pb	Невралгія
+Sr	Рахіт, остео- та хандродистрофія
+B	Ентерит
+Ni	Захворювання шкіри, іноді канцер
+Cu	Гепатити, хвороба Вільсона
+Mn	Карієс, безпліддя, викидні, нервові розлади
+Mn, -I	Зобні захворювання
+F	Флюорієз зубів, кульгавість, отруєння, порушення фотосинтезу у рослин
+Hg	Хвороба Міномата
+Cd	Канцер, хвороба Ітаї-Ітаї
-Zn	Посилення діабету, зниження діяльності статевих залоз
+Zn, +Co	Канцер, дерматити, захворювання крові
+Se	"Лужна хвороба" тварин, шлункові та легеневі захворювання
-Se	Авітаміноз, нервові, м'язові розлади, гепатити, канцер, множинний склероз

Усвідомлюючи важливість мікроелементів у живленні рослин, тварин і людини, виконуючи рішення уряду УРСР, у 1959-1961 роках інститутом фізіології рослин АН Упід керівництвом академіка П.А. Власюка [5] в цілому по Україні була зроблена перша спроба групування ґрунтів за валовим вмістом і вмістом рухомих форм кількох, найбільш поширених мікроелементів. Для свого часу це була піонерська робота, яка дозволила виявити дефіцит або надлишок елементів, які вивчалися, і, відповідно, планувати застосування мікродобрив у сільськогосподарському виробництві. Але існуючі на той час методики хімічного визначення марганцю, цинку, молібдену, бору, кобальту та міді, про які йдеться в роботі, з часом були замінені на прогресивніші й точніші методи спектрального аналізу та атомної абсорбції (табл. 3). При цьому абсолютні показники вмісту в ґрунті того чи іншого елемента за хімічним, спектральним та атомно-абсорбційним методами часто не можуть бути співставлені. Тому пізніше, із використанням спектрального методу, співробітниками Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського під керівництвом професора М.К. Крупського у набагато більшій кількості зональних типів ґрунтів було проведено визначення вже 12 елементів. Збільшення кількості елементів, що визначалися в тому чи іншому ґрунті, дозволяє використовувати одержані дані не тільки для прогнозу ефективності застосування мікродобрив у сільському господарстві, а й при визначенні рівнів техногенного тиску промисловості на ґрунти. В цьому випадку вміст мікроелементів у ґрунтах, який визначений у 60-70 роки, може служити як місцевий кларк мікроелементів у порівнянні з їх вмістом у ґрунтах при більш пізньому геохімічному обстеженні окремих територій.

Таблиця 2 – Порогові концентрації мікроелементів у ґрунтах, мг/кг

Хімічний елемент	Нижній пороговий вміст	Оптимальний вміст	Верхній пороговий вміст
------------------	------------------------	-------------------	-------------------------

Cu	до 6-15	15-60	60
Co	до 2-7	7-30	30
Zn	до 30	30-70	70
Mn	до 400	400-3000	3000
Mo	до 1,5	1,5-4,0	4,0
Sr	-	0-60-100	60-100
B	до 3-6	3-6-30	30

Таблиця 3 - Порівняльна характеристика інструментальних методів (М.Г. Давыдов и др. 1992)

Метод аналізу	Елемент	Межі виявлення в ґрунті, масові %	Відносна похибка, %	Продуктивність (елементовизначень за зміну)
1	2	3	4	5
Емісійний спектральний	V, Be, Ti	$10^{-3}-10^{-5}$	10-20	-
	Li	$5 \cdot 10^{-4}$	6-16	-
	Sr	$3 \cdot 10^{-2}$	6-16	-
	Ba	$1 \cdot 10^{-2}$	6-16	-
	Mn	$(1-500) \cdot 10^{-5}$	6-20	-
	Zn	$(1-500) \cdot 10^{-4}$	5-10	-
	Cu	$10^{-5}-10^{-4}$	3-20	-
	Pb	$10^{-4}-10^{-1}$	10-12	-
	Co	$10^{-5}-10^{-3}$	10-20	-
	Mo	$10^{-5}-10^{-1}$	8-20	-
	Cd	$10^{-4}-10^{-1}$	10	-
	B	$(1-100) \cdot 10^{-3}$	6,5-16	-
	Ni	$10^{-5}-10^{-3}$	10-20	-
	Sn	$10^{-5}-10^{-1}$	10-20	-
	Cr	$10^{-5}-10^{-3}$	10-20	-
	In, Sb, Tl	$10^{-4}-10^{-1}$	10	-

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
Емісійний спектральний	Bi	$10^{-5}-10^{-1}$	10-20	-
Атомно-абсорбційний	Mg	$2 \cdot 10^{-6}$	2	240
	Fe	$1,5 \cdot 10^{-5}$	2,5-7	240
	Al	$2 \cdot 10^{-5}$	2,2	240
	Mn	$(5-17) \cdot 10^{-6}$	0,5-5	240
	Zn	$(5-500) \cdot 10^{-9}$	1,2-14	240
	Cu	$(1-10) \cdot 10^{-5}$	3,5-7,0	240
	Pb	$2 \cdot 10^{-8}-2 \cdot 10^{-4}$	-	240
	Co	$(7-10) \cdot 10^{-6}$	5-10	240

	Cd	$(2-200) \cdot 10^{-6}$	2-14	240
	Ni	$1 \cdot 10^{-5}$	5	240
	Sn	$(2-200) \cdot 10^{-6}$	2-14	240
	Hg	$(5-400) \cdot 10^{-8}$	2-17	240
	Cr	$(1-3) \cdot 10^{-5}$	1,1-1,5	240
	Sb	$(2-200) \cdot 10^{-6}$	2-20	240
	Tl, In, Bi	$(2-2000) \cdot 10^{-6}$	-	-
	As	$(3-8,5) \cdot 10^{-2}$	-	-
	Li, Rb	$5 \cdot 10^{-3}$	-	-
Рентгенофлуоресцентний	K	$1,5 \cdot 10^{-2}$	1,8-5,2	70
	S	$6 \cdot 10^{-4}$	7	70
	Ca	$9 \cdot 10^{-3}$	1,8-5,2	70
	Fe	$(3-7) \cdot 10^{-4}$	1,8-5,2	70
	Ti, V	$1-3 \cdot 10^{-3}$	1,8-5,2	-
	Cr, Ga, As, Rb, I	$(3-7) \cdot 10^{-4}$	1,8-5,2	-
	Ba, La, Ce	$(3-5) \cdot 10^{-3}$	1,8-5,2	-
	Hf, Th, U	$1 \cdot 10^{-3}$	1,8-5,2	-
	Cr, Mn, Pb	$(1-3) \cdot 10^{-3}$	1,8-5,2	-
Zn, Cu, Ni	$(3-7) \cdot 10^{-4}$	1,8-5,2	-	

Однією з проблем геохімічного обстеження територій і встановлення рівнів техногенного забруднення ґрунтів є проблема порівняння одержаних результатів аналізу. Для цього одні дослідники використовують ГДК (ОДК) того чи іншого елемента, інші - кларк елементів за А.П. Виноградовим для ґрунтів колишнього СРСР (табл. 4-5).

На думку багатьох дослідників як ГДК, так і кларк за Виноградовим мають недоліки, що не дозволяють об'єктивно оцінювати стан техногенного впливу на конкретному ґрунті. Спробуємо довести чому.

Часто природний фоновий вміст елемента в ґрунті вищий за ГДК, як приклад можна навести свинець: його ГДК у ґрунті дорівнює 32 мг/кг ґрунту, а, як ми побачимо в подальшому, у ґрунтах України вміст цього елемента коливається від 6 мг/кг в ґрунтах Полісся до 168-240 мг/кг в ґрунтах Карпат. ГДК ванадію - 150 мг/кг, а його вміст досягає 253 мг/кг в гірських ґрунтах Криму.

Таблиця 4 - Гранично допустимі концентрації (ГДК) хімічних речовин у ґрунті

Назва речовини	Величина ГДК, мг/кг ґрунту з урахуванням фону (кларку)	Лімітуючий показник
Валовий вміст		

Ванадій	150	Загальносанітарний
Ванадій+марганець	100+1000	Загальносанітарний
Миш'як	2	Транслокаційний
Ртуть	2.1	Транслокаційний
Свинець	32	Загальносанітарний
Свинець+ртуть	20+1	Транслокаційний
Сурма	4.5	Повітряно-міграційний
Рухомі форми (що вилучаються ацетатно-амонійним буферним розчином із рН 4.8)		
Кобальт	5	Загальносанітарний
Марганець		
чорнозем, дерново-підзолистий ґрунт рН 4.0	60	
рН 5.1-6.0	80	
рН>6.0	100	
Мідь	3	Загальносанітарний
Нікель	4	Загальносанітарний
Свинець	6	Загальносанітарний
Цинк	23	Транслокаційний
Фтор	2.8	Транслокаційний
Хром	6	Загальносанітарний
Водорозчинні форми		
Фтор	10	Транслокаційний

За визначенням І.Г. Важеніна, для нормування вмісту мікроелементів у ґрунтах окремих районів слід використовувати середні величини їх вмісту в ґрунтах для території колишнього Радянського Союзу [6]. Як приклад наведемо вміст деяких елементів в ґрунтах України й їх кларки за Виноградовим. Так, у ґрунтах України вміст стронцію коливається від 30 мг/кг у чорноземно-лучному ґрунті Криму до 150-250 мг/кг у темно-сірому опідзоленому ґрунті Лісостепу, а кларк за Виноградовим - 300 мг/кг. Вміст хрому в ґрунтах України 25-111 мг/кг, а кларк за Виноградовим - 200 мг/кг ґрунту, вміст кобальту 8-28 мг/кг в ґрунтах України, а кларк 8 мг/кг ґрунту, свинцю 6-240 мг/кг, а кларк - 10 мг/кг і т.д.

Таким чином, порівнюючи вміст у ґрунті конкретної ділянки окремих елементів із їх ГДК або кларком за Виноградовим, можна зробити помилкові висновки щодо техногенного забруднення ґрунту. Тому ми вважаємо за доцільне видання фонового вмісту мікроелементів у ґрунтах України й використання цих даних як місцевого кларку окремих елементів.

Для визначення вмісту Fe, Ti, Pb, Zn, Mn, Cu, Se, Mo, Sr, B і Ni в ґрунтах України були використані зразки ґрунтів, що відбирались при ґрунтовогому обстеженні України у 60-70 роках із ґрунотворних порід та верхнього гумусового горизонту, а в окремих природних регіонах республіки - з опорних розрізів на всю їх глибину. Загальна кількість ґрунтових зразків -

1500 шт. Сукупність відібраних зразків відображує всі генетичні й провінційні особливості ґрунтового покриву України. Визначення мікроелементів проводили на спектрографі СТЕ-1 із чутливістю, що наведена вище, одержані дані математично оброблені.

Таблиця 5 - Орієнтовно допустимі концентрації важких металів та миш'яку в ґрунтах, валовий вміст, мг/кг [7]

№ п/п	Група ґрунтів	Елемент і ОДК з урахуванням фону						Агрегатний стан речовин у ґрунтах
		Ni	Cu	Zn	Cd	Pb	As	
1.	Піщані і супіщані	20	33	55	0.5	32	2	Твердий: у вигляді солей, органомінеральних речовин, у сорбованому вигляді, у складі мінералів
2.	Кислі (суглинкові та глинисті), рН _{KCl} <5,5	40	33	110	1.0	65	5	
3.	Близькі до нейтральних (суглинкові та глинисті) рН _{KCl} >5,5	80	132	220	2.0	130	10	

Крім власних даних та даних, одержаних Т.Н. Олександровою, Л.П. Головіною, М.М. Лисенко і Т.І. Кисіль, використані також результати досліджень окремих дослідників цієї проблеми, на що є посилання в бібліографічному списку.

ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТОТВОРНИХ ПОРОДАХ УКРАЇНИ

Ґрунтотворні породи є джерелом фонового вмісту мікроелементів у ґрунтах. На приуроченість мікроелементів до різних порід у свій час вказували В.А. Ковда, И.В. Якушівська й А.Н. Тюрюканов [8]. Дані, що наведені в таблиці 6, свідчать про відповідність асоціації мікроелементів окремим породам.

Таблиця 6 - Вміст мікроелементів у відкладах порід [8]

Головні компоненти седиментації	Тип продукту	Головні типи порід	Мікроелементи
Si	Стійкий	Піщаники	Zr, Ti, Sn, Au, Pt, та ін.
Al, Si, K	Продукти гідролізу	Сланці звичайні і бітумінозні боксити	V, U, As, Sb, Mo, Cu, Ni, Co, Cd, Ag, Au, Pt
Fe, Mn	Окисли	Залізні руди, марганцеві руди	V, As, Sb, Se, Cu, Li, Ba, B, Ti, W, Co, Ni, Zn, Rb
Ca, Mg, Fe	Карбонати	Вапняки, доломіти	Ba, Sr, Pb, Mn, B, F

Виходячи з наведених даних, за ґрунтотворною породою можна з великою вірогідністю говорити про асоціацію мікроелементів, які в ній представлені.

Склад і різноманітність ґрунтотворних порід визначають в основному і геохімічний фон мікроелементів в ґрунтах окремих регіонів України (табл. 7).

Характерною рисою Полісся є переважання морено-флювіогляціальних ґрунтотворних порід, які представлені мореною піщаною, супіщаною та піщано-легкосуглинковою. В західній частині провінції та в долинах річок ґрунтотворними породами виступають флювіогляціальні та давньоалювіальні відклади.

У зонах Лісостепу і Степу головними ґрунтотворними породами є леси різного гранулометричного складу: легко-, середньо-, важкосуглинкові та глинисті, хоча у заплавах річок переважають піщані відклади.

Ґрунтотворні породи гірських районів - продукти вивітрювання щільних осадових і кристалічних порід.

З різним літологічним і механічним складом ґрунтотворних порід пов'язана і висока варіабельність вмісту в них мікроелементів. Зокрема, вміст титану коливається в межах 1400-28200 мг/кг, марганцю 117-1266, цинку 13-127, міді 2,5-51, кобальту 2,8-23, молібдену 1,1-7,1 мг/кг і т. ін.

Вміст більшості елементів у ґрунтотворних породах збільшується в більш важких за гранулометричним складом. Найвищі концентрації мікроелементів визначені у фракції мулу, а низькі - в уламковому кварці. З літологічними особливостями четвертинних відкладів пов'язані провінціальні особливості розповсюдження мікроелементів.

У районі Донецького кряжу із широким розповсюдженням глинистих і піщаних сланців є провінція з високим вмістом у породах титану, марганцю, молібдену і низьким - хрому. Крейдо-мергельні породи відносно багаті стронцієм і збіднені на інші елементи, у глинах відмічено накопичення титану і молібдену. Елювій і делювій масивно-кристалічних порід гірського Криму характеризується підвищеним вмістом марганцю, цинку, міді, ванадію та ряду інших елементів. У Карпатах у давніх породах строкато- та червонокольорової кори вивітрювання вміст титану перевищує 28000 мг/кг, тут підвищений вміст цинку, високий - свинцю, а низький - нікелю.

Загальна геохімічна особливість покривних відкладень - нижчий вміст більшості хімічних елементів, що пояснюється їх вивітрєністю й вилугованістю. В межах України найвища вилугованість відкладень характерна для зони Полісся, тут найнижчий вміст усіх елементів порівняно з іншими зонами.

Таблиця 7 - Середній вміст мікроелементів у ґрунтоутворних породах України, мг/кг

Ґрунтоутворні породи	Fe	Ti	Pb	Zn	Mn	Cu	Co	Mo	Sr	Cr	V	Ni	B
	кларки за А.П. Виноградим												
	51000	4500	16	83	1000	47	18	1.1	340	83	90	58	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Полісся													
Граніти (елювій)	-	-	-	55	720	16	3	-	-	-	-	-	3
Флювіогляціальні та древньоалювіальні відкладення піщані	-	1433	8	13	117	2.2	2.8	1.1	83	27	22	10	11
супіщані	16333	4133	8	42	152	10.4	8.8	3.0	10	52	26	14	22
Морена піщана	-	-	-	18	139	4.4	3.5	-	-	-	-	-	15
супіщана	20000	4375	10	40	193	10.5	11.0	3.0	95	55	27	15	16
карбонатна	28143	4771	9.1	49	153	24.0	8.4	2.6	138	61	28	18	-
Лісостеп													
Леси легкосуглинкові	22000	3433	-	56	198	4.2	22	2.9	111	32	44	18	-
середньосуглинкові	19538	3423	-	56	478	14.3	18	3.0	169	62	55	23	-
важкосуглинкові та глинисті	28500	3100	-	64	600	19.0	14	3.4	179	63	68	31	-
Степ													
Леси важкосуглинкові	20333	2616	12	63	605	11.5	18	3.9	222	81	92	34	-
глинисті	19909	2718	10	54	496	16.0	13	3.6	247	65	82	28	-
Донбас													
Леси та лесовидні суглинки	22500	3425	13	47	302	11.4	19	4.5	110	66	74	20	-
важкосуглинкові та глинисті	28600	5350	11	56	301	14.0	18	4.8	140	48	69	20	-
Глини	37000	5099	11	45	449	19.2	18	5.7	182	68	116	31	-
Елювій піщаника	23000	4855	13	38	430	13.2	17	4.7	138	28	45	17	-

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Піщано-глинисті сланці	36400	6625	17	48	1266	15	18	7.1	130	74	94	31	-
Елювій крейдомергельних порід	25999	4780	11	-	264	14	15	4.8	248	45	85	22	-
Вапняки	26666	1399	16	-	262	6	14	4.3	182	39	60	18	-
Пухкі безкарбонатні породи	27000	7875	21	44	154	13	15	3.9	122	31	38	17	-
Алювій	24250	2575	14	42	559	25	17	4.3	99	76	46	29	-
Елювій твердих безкарбонатних порід	-	-	-	57	831	22	15	4.7	153	65	36	30	-
	Закарпаття**												
Алювіальні відкладення піщані	-	2414	16	53	296	12	10	1.0	-	30	52	12	-
супіщані	-	4527	37	74	501	15	19	1.3	-	55	73	23	-
суглинкові	-	5605	39	127	775	28	19	1.6	-	82	110	46	-
глинисті	-	6570	41	120	1026	51	16	1.9	-	83	138	42	-
Алювіально-делювіальні відкладення суглинкові	-	5582	52	76	686	26	14	1.8	-	90	111	37	-
глинисті	-	5418	49	116	958	51	18	1.9	-	130	168	116	-
Давні строкато- та червонокольорові кори вивітрювання суглинкові	-	19430	38	58	300	13	13	1.4	-	89	115	25	-
	Карпати***												
Елювій фліша	-	6798	44	65	2043	26	12	3.95	-	71	123	42	-
Елювій-делювій фліша	-	6513	98	59	848	42	15	3.4	-	81	118	43	-
Давні строкато- та червонокольорові кори вивітрювання глинисті	-	28210	52	94	591	31	23	2.1	-	107	190	18	-

* - за А.П. Виноградовим [4], ** - за даними М.М. Приходько [14], *** - за даними Б.І. Ракочія [13]

ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ УКРАЇНИ

Територія України складається з Поліської, Лісостепової та Степової зон, а також двох гірських - Карпат та Криму.

Ґрунтовий покрив республіки строго зональний, як і строго зональне розповсюдження на цій території головних природних факторів - клімату і рослинності.

ПОЛІССЯ

За природними умовами Полісся поділяється на три провінції: Західну, Правобережну та Лівобережну [9].

Територія, що розташована в межах Поліської низини, являє собою елювіальний тип ландшафту з високим рівнем зволоження, відновлювальними умовами та низьким рівнем рН. Це обумовлює лабільність органічної речовини та високу міграційну здатність мікроелементів, які мігрують в основному у формі органо-мінеральних комплексів і дуже часто за межі профілю. Все це разом із бідністю ґрунтотворних порід визначає низький рівень вмісту мікроелементів.

Західне Полісся розташоване в межах Галицько-Волинської западини. Для цієї провінції характерні висока вологість і дренажність території, бідність ґрунтотворних порід і легкий гранулометричний склад, що обумовлюють високу вилугованість ґрунтів і як наслідок - незначні запаси елементів живлення, в тому числі і мікроелементів.

У південно-західних районах Волинського Полісся і в районі Малого Полісся з широким розповсюдженням дерново-карбонатних і дерново-підзолистих ґрунтів із вторинним насиченням кальцієм спостерігається деяке накопичення мікроелементів, яке пов'язане з їх біологічною фіксацією в гумусових горизонтах та адсорбцією карбонатами.

Особливості геохімічної ситуації Правобережного Полісся пов'язані з Українським кристалічним щитом, що знаходить своє відображення і в розподілі мікроелементів у ґрунтовому покриві. Основу геоструктури Житомирського Полісся і частково - Київського складають кристалічні породи, які підстилають на невеликій глибині антропогенні відклади і часто виходять на поверхню, беручи участь в ґрунтотворенні. Найчастіше - це граніти з незначним вмістом бору і відносно підвищеним вмістом інших мікроелементів (табл. 8-10). Ґрунтотворні породи тут представлені супіщаною та легкосуглинковою мореною, на якій сформувалися дерново-середньопідзолисті ґрунти. Вони відіграють головну роль у вмісті мікроелементів у Житомирському Поліссі. Менш розповсюджені дерново-слабопідзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти. Територія Київського Полісся являє собою акумуляційну рівнину. Вміст мікроелементів тут визначається антропогенними відкладами - водно-льодовиковими і давньоалювіальними пісками. Тут переважають дерново-підзолисті ґрунти різного гранулометричного складу і ступеня оглеєння. На лесових островах розвинуті ясно-сірі та сірі лісові ґрунти.

Провінція Лівобережного Полісся розташована в межах Дніпровсько-Донецької западини. Східна її частина охоплює схили Воронезького

Таблиця 8 - Вміст мікроелементів у орному шарі ґрунтів Західного Полісся України, мг/кг

Ґрунти		Елементи і їх кларки за Виноградовим												
		Fe-38000	Ti-4600	Pb-10	Zn-50	Mn-850	Cu-20	Co-8	Mo-2.6	Sr-300	Cr-200	V-100	Ni-40	Sn-10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-слабопідзолисті піщані	1*	9	9	9	13	15	14	22	5	13	17	17	14	3
	2	<u>8112</u> 8000-12000	<u>3122</u> 2000-4000	<u>11</u> 8-20	<u>13,6</u> 8-24	<u>207</u> 109-360	<u>5</u> 4-5	<u>3,8</u> 2,5-10,0	<u>2</u> 2-2	<u>103</u> 80-130	<u>40</u> 23-58	<u>15</u> 8-21	<u>13</u> 9-17	<u>4</u> 4-4
	3	40,9	20,6	11	34,4	40,1	36,9	3,8	0	16,9	32,8	29,1	24,7	0
Дерново-середньо-підзолисті супіщані	1	13	13	13	10	14	18	16	16	17	16	18	19	7
	2	<u>11385</u> 9000-13000	<u>3330</u> 2800-4300	<u>13</u> 8-20	<u>43,8</u> 40-50	<u>254</u> 170-460	<u>5,1</u> 2-14	<u>7,6</u> 3-11	<u>2,0</u> 1,5-3	<u>102</u> 80-130	<u>43</u> 27-56	<u>15</u> 10-22	<u>12</u> 9-13	<u>4,1</u> 4-5
	3	9,8	14,9	31,6	8,5	43,2	71,5	43,5	27,8	15,9	32,8	21,4	14	9,1
Дерново-слабопідзолисті піщані оглеєні	1	6	6	6	18	18	23	19	-	11	12	11	12	5
	2	<u>10000</u> 8500-12000	<u>3016</u> 2800-3500	<u>10</u> 10-10	<u>40</u> 40-40	<u>129</u> 90-190	<u>4,3</u> 2-12	<u>10,3</u> 9-12	-	<u>232</u> 80-520	<u>53</u> 49-58	<u>18</u> 11-22	<u>13</u> 9-16	<u>5</u> 5-5
	3	11,4	8,4	0	0	21,6	57	8,6	-	75	6,1	15,2	20,1	0
Дерново-середньо-підзолисті супіщані оглеєні	1	9	9	9	15	19	23	31	9	16	16	15	15	5
	2	<u>16111</u> 12000-27000	<u>3555</u> 2800-4700	<u>9,5</u> 8-10	<u>45</u> 40-45	<u>223</u> 75-700	<u>10,7</u> 5-17	<u>9,3</u> 2,5-14,0	<u>2,6</u> 1,6-3	<u>123</u> 80-220	<u>55</u> 42-67	<u>19</u> 16-29	<u>15</u> 11-20	<u>4</u> 4-4
	3	38,6	21,8	5,2	11,7	73,6	34,3	34,2	21,3	29,7	13,8	24,7	18,3	0

Продовження таблиці 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Торфово-болотні і торфовища низинні	1	6	6	6	9	11	19	9	-	6	6	6	6	3
	2	<u>14666</u> 9000-22000	<u>4900</u> 3500-6000	<u>12</u> 10-15	<u>40</u> 40-61	<u>166</u> 80-250	<u>5,3</u> 1,4-16,3	<u>9,4</u> 9-10	-	<u>87</u> 80-120	<u>49</u> 45-52	<u>21</u> 15-27	<u>12</u> 10-15	<u>4,8</u> 4-5
	3	37,7	21,4	-	29	29,6	41,2	5,5	-	18,8	5,0	18,7	19	9,3
Чорноземи і дерново-карбонатні легкосуглинкові на карбонатних породах	1	-	-	-	16	12	12	12	-	16	13	13	14	-
	2	-	-	-	<u>45,6</u> 40-50	<u>130</u> 80-170	<u>5,1</u> 3-10	<u>12,3</u> 10-15	-	<u>201</u> 110-520	<u>50</u> 30-60	<u>14</u> 8-20	<u>13</u> 9-21	-
	3	-	-	-	9,9	32,4	24	15,5	-	71,4	20,8	35,7	28	-

Таблиця 9 - Вміст мікроелементів у орному шарі ґрунтів Лівобережного Полісся, мг/кг

Ґрунти		Елементи і їх кларки за Виноградовим												
		Fe-38000	Ti-4600	Pb-10	Zn-50	Mn-850	Cu-20	Co-8	Mo-2.6	Sr-300	Cr-200	V-100	Ni-40	Sn-10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-слабопідзолисті піщані	1	12	12	12	38	33	21	27	9	10	12	12	12	3
	2	<u>15167</u> 12000-23000	<u>3766</u> 2600-7700	<u>9,3</u> 8-10	<u>39,2</u> 10-56	<u>304</u> 100-900	<u>4,8</u> 4-8	<u>6,3</u> 5-17	<u>3,0</u> 2,0-4,0	<u>93</u> 80-110	<u>46</u> 42-50	<u>16</u> 12-20	<u>10</u> 10-12	<u>4</u> 4-4
	3	22,6	35,4	10,5	19,1	47,9	19,8	40,2	16,6	10,2	47,1	16,3	29,9	0
Дерново-середньопідзолисті супіщані	1	22	23	24	37	34	25	34	9	22	23	24	23	2
	2	<u>14113</u> 8500-23000	<u>3178</u> 2000-5200	<u>11,4</u> 8-20	<u>40,7</u> 16-70	<u>395</u> 182-800	<u>7,6</u> 4-13	<u>8,1</u> 5-19	<u>2,5</u> 2,0-3,0	<u>117</u> 90-130	<u>29</u> 19-50	<u>13</u> 9-28	<u>11</u> 9-15	4
	3	28,7	29,0	26,4	32,0	29,8	20,0	46,0	20,6	14,2	39,3	33,1	15,1	-

Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	13	14	15
Дерново-слабо-підзолисті піщані оглеєні	1	11	7	12	16	7	7	13	8	7	12	8	7	2
	2	<u>14090</u> 9000-29000	<u>3128</u> 2800-3300	<u>9</u> 6-15	<u>39,5</u> 33-51	<u>371</u> 110-500	<u>5,4</u> 4-7	<u>9,3</u> 3-10	3,0	<u>111</u> 90-120	<u>39</u> 30-47	<u>15</u> 14-18	10	4
	3	39,4	9,7	27,1	10,9	40,1	24,0	44,3	0	9,5	18,2	9,7	0	0
Дернові глеєві піщано-глинисті	1	16	11	16	34	32	13	19	10	9	14	10	8	9
	2	<u>22062</u> 10000-30000	<u>4318</u> 3000-6000	<u>11</u> 6-15	<u>54,7</u> 40-70	<u>331</u> 100-800	<u>8,8</u> 4-15	<u>9,4</u> 9-11	<u>2,2</u> 2,0-3,4	<u>131</u> 100-150	<u>37</u> 18-58	<u>17</u> 12-21	<u>12</u> 10-15	4
	3	54,0	20,9	30,6	19,6	32,4	39,0	10,1	22,9	20,3	52,6	15,7	13,0	0
Лучні глеєві піщані	1	12	11	12	29	31	28	22	11	11	11	11	11	7
	2	<u>26666</u> 16000-43000	<u>3972</u> 3000-5500	<u>12</u> 8-15	<u>53,4</u>	<u>521</u> 140-1300	<u>10,5</u> 6-19	<u>10,3</u> 5-19	<u>2,2</u> 2,0-3,0	<u>136</u> 100-200	<u>29</u> 18-50	<u>16</u> 14-18	<u>11</u> 10-14	<u>4,1</u> 4,0-5,0
	3	33,2	20,8	22,3	15,0	58,0	34,1	26,6	20,5	20,4	53,8	9,8	14,2	9,1
Сірі опідзолені легко-суглинкові	1	10	10	10	49	43	44	29	10	10	10	10	10	-
	2	<u>26500</u> 22000-30000	<u>3760</u> 3300-5000	<u>11</u> 6-15	<u>52</u> 37-96	<u>674</u> 170-1400	<u>8,8</u> 3-15	<u>8,1</u> 5-15	<u>2,2</u> 2,0-2,3	<u>140</u> 120-160	<u>24</u> 20-38	<u>18</u> 16-20	<u>13</u> 10-14	-
	3	10,2	33,8	27,9	17,6	35,8	37,2	31,6	19,1	8,2	21,5	7,3	12,5	-
Темно-сірі опідзолені	1	3	3	3	15	15	16	14	3	3	3	3	3	-
	2	<u>20333</u> 15000-28000	<u>3433</u> 3000-4000	<u>10</u> 6-15	<u>57,8</u> 40-74	<u>800</u> 420-1300	<u>13,1</u> 6-16	<u>11,4</u> 5-17	3	<u>130</u> 120-140	<u>25</u> <u>20-36</u>	15	10	-
	3	33,4	14,9	-	21,8	32,0	32,0	32,5	0	7,6	36,4	0	0	-

Таблиця 10 - Вміст мікроелементів у орному шарі ґрунтів Правобережного Полісся України, мг/кг

Ґрунти		Елементи і їх кларки за Виноградим												
		Fe-38000	Ti-4600	Pb-10	Zn-50	Mn-850	Cu-20	Co-8	Mo-2.6	Sr-300	Cr-200	V-100	Ni-40	Sn-10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-слабо-підзолисті піщані	1	15	15	16	33	25	32	44	6	13	6	6	7	-
	2	<u>11600</u> 9000-18000	<u>2280</u> 2000-3100	<u>8,6</u> 6-10	<u>45,9</u> 21-57	<u>540</u> 288-830	<u>9,4</u> 3-20	<u>12,7</u> 8-20	2,5	<u>117</u> 100-170	<u>39</u> 35-47	<u>14</u> 13-15	10	-
	3	31,4	20,4	18,8	15,5	23,3	37,4	23,9	0	14,9	11,2	6,1	10	-
Дерново-середньо-підзолисті супіщані	1	15	15	15	34	19	34	23	14	9	14	14	14	-
	2	<u>11133</u> 5000-1500	<u>2666</u> 2000-3800	<u>12</u> 8-15	<u>42,4</u> 40-52	<u>480</u> 260-800	<u>7</u> 3-15	<u>9,1</u> 7-11	<u>2,3</u> 1,5-3	<u>121</u> 100-180	<u>25</u> 20-49	<u>10</u> 9-13	<u>11</u> 9-15	-
	3	31,4	20,8	22,0	5,2	32,0	54,7	13,9	21,1	15,0	28,3	11,3	18,4	-
Дерново-середньо-підзолисті супіщані оглеєні	1	11	11	10	22	11	22	11	11	11	11	11	11	3
	2	<u>31590</u> 18000-50000	<u>3727</u> 2600-5200	<u>14</u> 10-25	<u>25,7</u> 2-48	<u>265</u> 160-580	<u>7</u> 3-13	<u>10,1</u> 8-12	<u>2,1</u> 2-3	<u>145</u> 120-250	<u>41</u> 25-56	<u>18</u> 10-23	<u>11</u> 9-15	<u>4,6</u> 4-5
	3	40,9	24,2	40,5	12,8	26,4	50,2	9,6	14,4	26,1	28,2	33,3	15,6	12,3
Торфово-болотні і торфовища низинні	1	10	-	9	19	19	9	10	7	7	7	8	10	6
	2	<u>20700</u> 13000-40000	-	<u>11</u> 8-15	<u>37,6</u> 19-52	<u>349</u> 100-788	<u>7,5</u> 5-12	<u>9</u> 4-10	<u>2,2</u> 2-3	<u>86</u> 80-120	<u>48</u> 45-52	<u>17</u> 14-21	<u>12</u> 10-15	<u>5,1</u> 4-8
	3	39	-	30,3	14,7	47,2	26,0	21,5	17,7	17,6	0,6	17,6	16,7	28,4
Дернові переважно оглеєні	1	9	9	9	18	13	18	27	10	15	10	10	10	-
	2	<u>20988</u> 12000-40000	<u>4040</u> 2600-5600	<u>14</u> 8-20	<u>36,7</u> 24-52	<u>513</u> 460-1400	<u>7,4</u> 4-13	<u>10,3</u> 9-11	<u>3,1</u> 2-5	<u>130</u> 120-140	<u>40</u> 30-50	<u>18</u> 15-33	<u>11</u> 10-14	-
	3	43,2	30,6	38,0	21,8	31,5	44,0	4,9	11,0	5,4	15,9	16,7	12,4	-

Продовження таблиці 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дерново-слабопідзолисті піщані оглеєні	1	11	11	11	40	46	37	13	11	9	10	10	10	-
	2	<u>13954</u> 8500-28000	<u>2745</u> 1000-4500	<u>16</u> 10-20	<u>32,7</u> 11-56	<u>340</u> 170-780	<u>8,6</u> 4-20	<u>10,4</u> 8-13	<u>2,1</u> 2-3	<u>126</u> 90-170	<u>31</u> 28-40	<u>14</u> 12-17	<u>10</u> 9-10	-
	3	39,0	30,2	21,6	33,2	56,7	41,8	26,3	14,4	19,1	12,8	9,9	3,1	-

*- В цих і подальших таблицях
 1 - число проаналізованих зразків;
 2 - в чисельнику середній вміст, в знаменнику межі коливань;
 3 - коефіцієнт варіації

кристалічного масиву. У провінції виділяють дві характерні фізико-географічні області - Чернігівське і Новгород-Сіверське Полісся. Особливості умов ґрунтоутворення цих областей визначає і характер розподілу мікроелементів у ґрунтовому покриві. На суглинках, водно-льодовикових, алювіальних, супіщаних і піщаних відкладах Чернігівського Полісся сформувались дерново-слабо- і середньопідзолисті частково оглеєні ґрунти з вищим, за виключенням міді, вмістом мікроелементів, ніж у Новгород-Сіверському Поліссі.

Розподіл мікроелементів у профілі дерново-підзолистого ґрунту, що наведений на рисунках 1 і 2 свідчить, що в даному випадку відбувається міграція ванадію, нікелю, міді, бору, кобальту і хрому з елювіального в ілювіальний горизонт, який в даному випадку виконує роль геохімічного бар'єра. Однаковий або більший вміст цинку і марганцю в елювіальному горизонті у порівнянні з ілювіальним свідчить про їх біологічну акумуляцію.

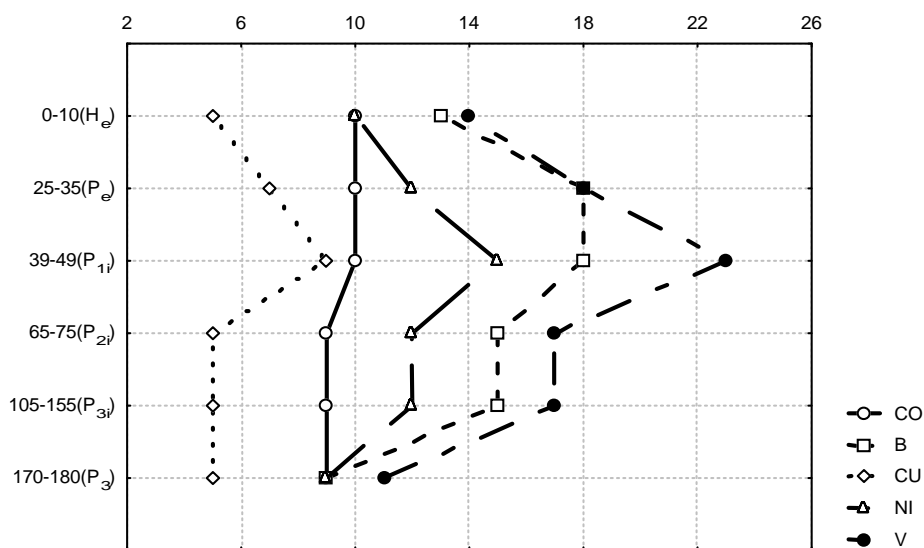


Рисунок 1 - Розподіл кобальту, бору, міді, нікелю та ванадію по профілю дерново-підзолистих піщаних ґрунтів

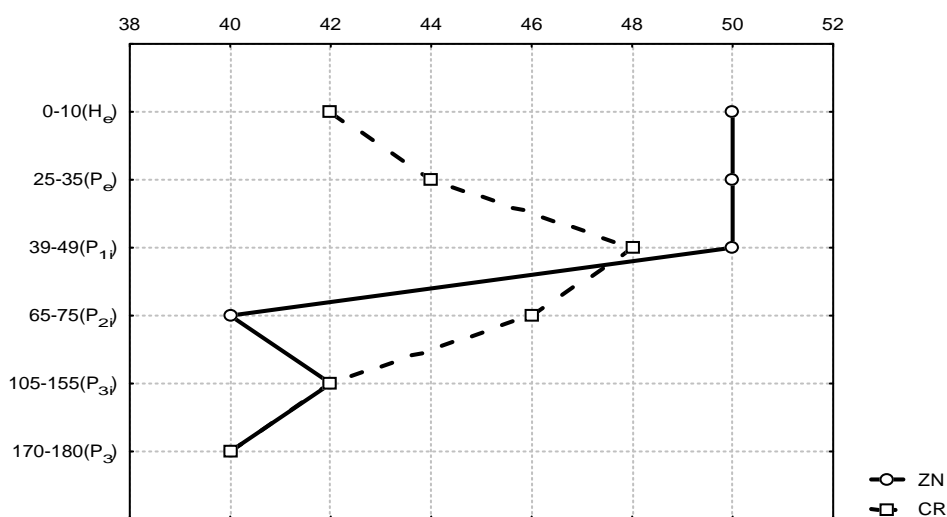


Рисунок 2 - Розподіл цинку і хрому по профілю дерново-підзолистих піщаних ґрунтів

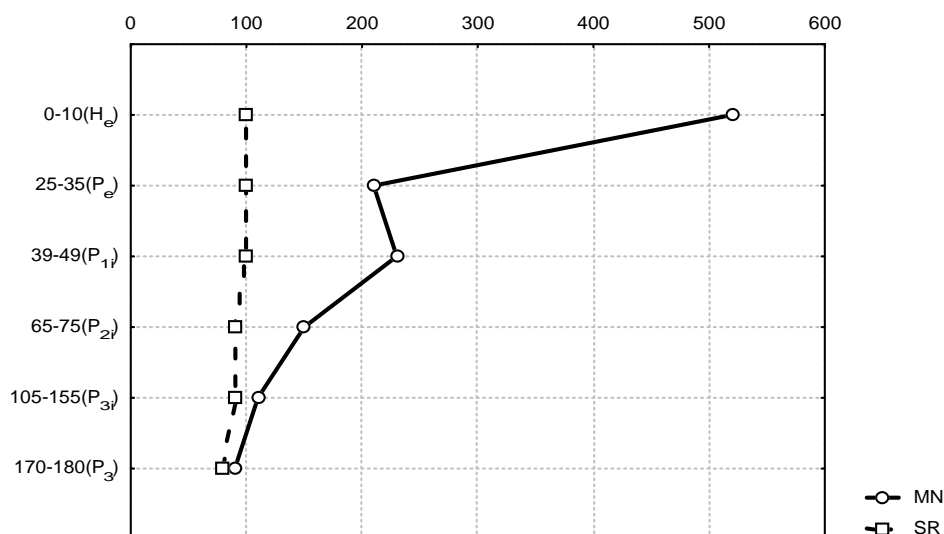


Рисунок 3 - Розподіл марганцю та стронцію по профілю дерново-підзолистих піщаних ґрунтів

Однією зі специфічних особливостей Лівобережного Полісся є чергування ґрунтів дерново-підзолистого ряду й чорноземного типу. Південні райони провінції є перехідними від Полісся до Лісостепу. На лесових відкладах тут сформувалися ясно-сірі і сірі лісові та темно-сірі опідзолені ґрунти, рідше - чорноземи опідзолені. Це родючі ґрунти провінції і для них характерний вищий вміст мікроелементів, успадкований від ґрунтоутворних порід і помножений у процесі ґрунтоутворення.

Висока строкатість і комплексність ґрунтового покриття зони Полісся обумовили і високе варіювання вмісту мікроелементів у ґрунтах (табл. 8-10).

ЛІСОСТЕП

Лісостепова зона займає площу, що складає майже 34 % усієї площі України від південно-західних до північно-східних її кордонів. Значне розповсюдження Лісостепової зони в широтному та меридіональному напрямках пов'язана з великою різноманітністю природних умов - клімату, рельєфу, геологічної будови, водного режиму, рослинності і ґрунтового покриття. Складний комплекс природних умов створює і відповідну геохімічну ситуацію в Лісостепу України.

Панування карбонатних порід, нейтральна реакція ґрунтового розчину, висока гумусованість, важкий гранулометричний склад, відносно високий рівень окисно-відновного потенціалу сприяє розвитку в Лісостепу акумуляційних процесів, хоча в районах із високим рівнем зволоження відмічаються також і процеси елювіювання.

Ґрунтовий покрив Лісостепу представлений в основному чорноземними ґрунтами. Широко розповсюджені також сірі лісові ґрунти різного ступеня опідзоленості, які сформовані головним чином на лесах. Більшість сірих лісових ґрунтів розташовані на Правобережжі, де вони найбільш розповсюджені в межах Волино-Подільської височини, яка була у льодовикову епоху схованкою лісової рослинності.

В межах давніх терас Дніпра і його лівобережних приток, а також Сіверського Дінця, разом із гідроморфними ґрунтами значне розповсюдження мають ґрунти з добре проявленим реліктовим або сучасним галогенезом. В північніших приполіських районах розповсюджене содове засолення, в південніших по терасах середнього Придніпров'я - хлоридно-сульфатне.

Загальним геохімічним умовам відповідає і перерозподіл мікроелементів у ґрунтовому покриві зони. Як ми уже відмічали раніш, визначальним у вмісті мікроелементів у ґрунтах є їх вміст у ґрунтоутвірній породі. В Лісостеповій зоні це в основному леси.

Успадкований ґрунтами від материнських порід вміст мікроелементів змінюється під впливом комплексу факторів, що визначають умови ґрунтоутворення у лісостепових ландшафтах України.

У порівнянні з зоною Полісся вміст більшості мікроелементів у ґрунтах Лісостепу вищий (табл. 11). Збільшився вміст марганцю, міді, кобальту, хрому, ванадію, нікелю і бору. При цьому середній вміст молібдену не змінився, а заліза та титану - зменшився.

На загальному високому фоні вмісту мікроелементів у ґрунтах Лісостепу тут виділяються райони з низьким їх вмістом. Це в основному ґрунти, які сформовані на піщаних породах.

На картосхемах вмісту мікроелементів видно, що в межах Лісостепової зони навіть ґрунти, що сформувались на лесах, відрізняються за вмістом мікроелементів. Це обумовлюється особливостями і напрямком ґрунтоутворення та залежить не тільки від типу, підтипу або виду ґрунтів, але і від їх провінціальних особливостей. Встановлено, що в межах окремих типів і підтипів провінціальних ґрунтів контраст у вмісті окремих елементів створюються в основному у результаті їх відмінності за гранулометричним складом. У зв'язку з цим відбувається й розподіл мікроелементів у ґрунтах Лісостепу України - підвищення вмісту мікроелементів у напрямку з північного заходу на південний схід.

У накопиченні елементів у ґрунтах провінції велика роль належить і карбонатам, які прямо та опосередковано впливають на цей процес. З одного боку, при створенні екрана на шляхах міграції мікроелементів вони їх сорбують і таким чином збагачують ґрунт, а з іншого - підвищуючи реакцію ґрунтового розчину, карбонати обумовлюють створення та накопичення важкорозчинних сполук марганцю, кобальту, цинку та міді.

Внутрішні та зовнішні фактори міграції мікроелементів визначають і закономірності їх перерозподілу в профілі ґрунтів.

У чорноземних ґрунтах перерозподіл елементів по профілю пов'язаний з розподілом гумусу, мулистої фракції та карбонатів (табл. 12)

Таблиця 11 - Вміст мікроелементів у орному шарі ґрунтів Лісостепової зони України, мг/кг

Ґрунти		Елементи і їх кларки за Виноградовим											
		Fe-38000	Ti-4600	Pb-10	Zn-50	Mn-850	Cu-20	Co-8	Mo-2.6	Sr-300	Cr-200	V-100	Ni-40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сірі і світло-сірі лісові легко-суглинкові	1	7	7	7	41	45	35	39	38	46	41	43	44
	2	<u>12250</u> 10000-15000	<u>1375</u> 1000-1800	<u>12</u> 10-15	<u>47</u> 24-70	<u>581</u> 300-1000	<u>15,4</u> 10-25	<u>14</u> 10-25	<u>2,4</u> 1,4-4,0	<u>118</u> 70-200	<u>46</u> 25-72	<u>41</u> 25-60	<u>27</u> 10-35
	3	18,1	25,4	0	28,3	22,8	32,2	22,4	28,7	27,8	22,7	26,2	27,1
Сірі і світло - сірі лісові середнь о-суглинкові	1	7	7	7	14	13	10	14	11	16	12	12	12
	2	<u>16930</u> 8500-26000	<u>2614</u> 1500-4300	<u>10</u> 10-10	<u>56</u> 43-75	<u>758</u> 320-900	<u>14,5</u> 10-21	<u>14</u> 10-20	<u>2,4</u> 1,4-3,0	<u>118</u> 80-140	<u>43</u> 24-60	<u>38</u> 21-50	<u>22</u> 11-30
	3	35,1	38,9	-	19,8	25,1	31,2	22,2	19,4	18,2	21,7	24,8	27,2
Сірі і світло-сірі лісові важко-суглинкові	1	6	6	-	18	18	18	17	15	5	8	8	8
	2	<u>18200</u> 15000-21000	<u>3283</u> 2000-4800	-	<u>51</u> 36-80	<u>748</u> 450-1350	<u>17</u> 10-22	<u>14,8</u> 10-21	<u>2,3</u> 2,0-3,5	<u>112</u> 100-120	<u>38</u> 27-50	<u>34</u> 20-50	<u>21</u> 12-34
	3	11,7	31,6	-	19,5	41,3	18,7	20,5	23,9	7,4	25,8	43,2	38,6
Темно-сірі лісові легкосуглинкові	1	5	5	-	40	40	41	41	31	42	41	41	41
	2	<u>8500</u> 7500-10000	<u>2400</u> 2000-3000	-	<u>47</u> 31-60	<u>642</u> 450-900	<u>14</u> 10-25	<u>13</u> 8-19	<u>2,5</u> 2,0-4,5	<u>108</u> 80-150	<u>45</u> 20-71	<u>46</u> 25-69	<u>24</u> 14-35
	3	16,1	17,1	-	16,2	18,5	24,0	21,9	31,5	19,4	46,2	24,6	26,1
Темно-сі-	1	6	6	-	27	21	20	27	20	23	29	25	29

рі лісові середнь осуглин кові	2	<u>11000</u> 8000- 18000	<u>2633</u> 1800- 3500	-	<u>44</u> 25-70	<u>859</u> 600-1900	<u>19</u> 10-27	<u>14</u> 10-23	<u>2,6</u> 1,4- 3,8	<u>130</u> 66-250	<u>35</u> 10-70	<u>55</u> 32-80	<u>22</u> 10-30
	3	32,5	22,8	-	30,8	35,6	23,0	22,4	27,7	44,7	61,2	25,3	32,3

Продовження таблиці 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Темно-сі- рі лісові важ- косуглин- кові	1	6	6	6	24	24	26	26	17	24	21	23	19
	2	<u>17667</u> 16000- 20000	<u>2433</u> 2000- 2800	<u>10</u> 10-10	<u>57</u> 29-80	<u>1148</u> 740-1850	<u>26</u> 18-40	<u>20</u> 10-40	<u>5,2</u> 1,2- 6,3	<u>113</u> 86-200	<u>42</u> 22-68	<u>46</u> 20-70	<u>32</u> 20-60
	3	11,1	13,9	0	22,2	27,9	22,5	33,1	27,0	24,0	30,1	35,2	31,9
Черноземи опідзоле ні легко суглинкові	1	5	5	9	27	26	29	29	19	31	21	30	30
	2	<u>7700</u> 7000- 9000	<u>2080</u> 2000- 2200	<u>10</u> 10-10	<u>47</u> 20-70	<u>816</u> 550-1200	<u>19</u> 11-35	<u>14,4</u> 10-23	<u>2,7</u> 2,0- 3,5	<u>124</u> 90-170	<u>48</u> 18-80	<u>55</u> 40-72	<u>25</u> 15-30
	3	12,6	5,2	0	36,0	24,4	28,0	25,4	24,9	19,8	32,0	19,0	21,3
Чорноземи опідзоле ні серед ньосуг- линкові	1	6	6	-	23	23	18	30	8	8	10	9	9
	2	<u>8917</u> 6500- 14000	<u>2317</u> 2000- 2700	-	<u>60</u> 49-80	<u>665</u> 450-840	<u>17</u> 13-21	<u>20</u> 14-30	<u>3,7</u> 2,9- 5,0	<u>132</u> 110-160	<u>62</u> 50-100	<u>66</u> 51-100	<u>35</u> 28-80
	3	22,6	12,6	-	13,5	13,8	14,2	25,6	15,5	12,1	23,8	30,4	32,3
Чорноземи опідзоле ні важ- косуглин кові	1	6	6	3	19	26	17	22	15	17	16	19	23
	2	<u>9917</u> 8000- 14000	<u>3149</u> 2500- 4000	<u>9</u> 7-10	<u>60</u> 50-71	<u>660</u> 340-1400	<u>21</u> 10-35	<u>16,9</u> 11-25	<u>3,4</u> 2,5- 4,5	<u>109</u> 83-130	<u>46</u> 31-65	<u>38</u> 20-70	<u>26</u> 14-40
	3	23,9	18,2	-	12,2	25,0	32,4	23,5	23,2	11,7	25,6	54,3	27,8
Черноземи типовий малогу- мусні	1	12	12	12	33	29	26	27	24	32	24	28	33
	2	<u>16042</u> 1300- 21000	<u>2250</u> 1600- 2300	<u>10</u> 10-10	<u>50</u> 31-62	<u>562</u> 240-800	<u>16,4</u> 10-23	<u>21,1</u> 17-31	<u>2,8</u> 2,0- 4,0	<u>119</u> 66-200	<u>56</u> 20-80	<u>50</u> 30-70	<u>22</u> 10-40

легкосуглинкові	3	12,5	15,9	17,9	15,3	34,1	19,6	22,1	24,7	31,3	42,1	18,6	34,0
-----------------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Продовження таблиці 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Чорноземи типові малогумусні середньосуглинкові	1	13	13	13	55	57	31	57	35	47	51	48	48
	2	<u>18000</u> 12000-28000	<u>2446</u> 1600-3100	<u>10</u> 10-10	<u>53</u> 22-80	<u>734</u> 320-3000	<u>19,3</u> 10-30	<u>19,6</u> 10-32	<u>2,9</u> 20-4,0	<u>107</u> 52-200	<u>49</u> 12-70	<u>48</u> 16-80	<u>25</u> 10-45
	3	24,4	18,4	21,7	23,9	54,2	20,8	25,3	18,5	25,1	31	38,6	33,5
Чорноземи типові малогумусні важкосуглинковий	1	13	13	13	13	13	11	10	9	13	12	11	13
	2	<u>20750</u> 16000-27000	<u>4250</u> 4000-6000	<u>11</u> 10-15	<u>57</u> 30-70	<u>754</u> 360-1100	<u>31,4</u> 26-35	<u>18</u> 10-21	<u>2,9</u> 2,5-4,0	<u>135</u> 90-200	<u>52</u> 31-60	<u>100</u> 50-201	<u>36,4</u> 12-60
	3	23,5	31,4	18,7	22,6	33,4	10,3	18,7	19,4	24,2	24,0	56,9	37,3
Чорноземи типові середньогумусні важкосуглинкові	1	10	11	11	30	34	25	34	14	37	32	33	33
	2	<u>20200</u> 16000-27000	<u>4545</u> 4000-5000	<u>14</u> 10-15	<u>56</u> 33-80	<u>632</u> 300-900	<u>31</u> 19-48	<u>17,6</u> 10-24	<u>3,1</u> 2,6-3,8	<u>134</u> 62-180	<u>78</u> 19-88	<u>55</u> 16-88	<u>23,3</u> 11-32
	3	17,2	17,3	20,5	24,8	35,2	28,6	21,1	13,6	29,2	61,0	39,2	24,1
Лучно-чорноземні поверхнево-	1	-	-	-	18	19	19	18	19	-	-	-	-
	2	-	-	-	<u>57</u> 45-63	<u>830</u> 524-880	<u>21</u> 15-24	<u>18,7</u> 17,0-20,1	<u>2,7</u> 1,8-3,6	-	-	-	-

солон- цюваті	3	-	-	-	12,6	20,8	24,5	29,0	29,0	-	-	-	-
Лучні	1	-	-	-	12	12	12	14	12	-	-	-	-
	2	-	-	-	<u>71</u> 32-90	<u>776</u> 303-1250	<u>31</u> 20- 37,5	<u>19,5</u> 14-37,5	<u>2,1</u> 0,9- 3,1	-	-	-	-
	3	-	-	-	11,2	20,6	20,2	43,0	31,0	-	-	-	-

Продовження таблиці 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Лучно- болотні	1	-	-	-	9	11	11	10	-	-	-	-	-
	2	-	-	-	<u>57</u> 49-70	<u>478</u> 310-849	<u>25</u> 17,1- 31,9	<u>17,1</u> 10,9-26,3	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	39,0	42,0	28,9	27,0	-	-	-	-	-

Таблиця 12 - Розподіл мікроелементів у ґрунтовому профілі основних ґрунтів Лісостепу [10]

Мікроелементний склад, мг на 1 кг повітряно-сухого ґрунту							
Сірі лісові ґрунти							
Генетичний горизонт	Н _Е	I _{1h}	I ₂	I ₃	P ₁	P _k	P _k
Глибина відбору, см	10-20	33-43	65-75	95-105	125-135	170-180	210-220
Загальний вміст Co	12	10	10	11	10	10	10
Mn	700	880	600	640	500	320	270
Sr	100	90	100	120	120	84	84
Mo	2	3	3	3	3	2	2
Zn	45	43	52	62	45	40	40
Cu	5	5	10	13	10	5	3
Ni	17	17	19	25	20	17	16
V	34	29	57	82	56	29	29
Cr	52	43	56	88	56	31	46
Темно-сірі опідзолені ґрунти							
Генетичний горизонт	Н _е	Н _е	НІ	I	P _i	P _k	P _k
Глибина відбору, см	2-12	13-22	40-50	69-79	110-120	130-140	130-140
Загальний вміст Co	Не визн.	15	18	17	17	8	8
Mn	Не визн.	1300	900	660	640	700	700
Sr	Не визн.	3	3	3	3	3	3
Mo	Не визн.	58	60	62	41	Не визн.	Не визн.
Zn	Не визн.	20	21	18	23	14	14
Cu	Не визн.	20	26	26	27	30	30
Ni	Не визн.	18	33	32	45	39	39
V	Не визн.	22	25	22	32	32	32
Cr	Не визн.	100	100	100	100	170	170

Чорноземи опідзолені							
Генетичний горизонт	H_{en}	H_e	H_{pi}	P_{hi}	P_k	P_k	P_k
Глибина відбору, см	10-20	26-36	45-55	80-90	120-130	180-190	190-200
Загальний вміст Co	25	16	16	14	19	11	Не визн.
Mn	1700	1100	1350	1050	1100	880	Не визн.
Sr	3	4	3	3	4	3	Не визн.
Mo	68	66	68	56	58	Не визн.	Не визн.
Zn	26	22	21	15	15	15	Не визн.
Cu	323	37	36	36	33	33	Не визн.
Ni	32	43	44	40	38	47	Не визн.
V	30	66	76	54	54	80	Не визн.
Cr	80	82	82	82	80	130	Не визн.
Чорноземи типові малогумусні							
Генетичний горизонт	H_{kn}	H_k	H_{pk}	P_{hk}	P_{hk}	$P_{(h)k}$	$P_{k/q1}$
Глибина відбору, см	10-20	30-40	60-70	80-90	110-120	140-150	210-220
Загальний вміст Co	25	22	22	23	23	21	21
Mn	3000	2200	2300	1800	1800	1400	2500
Sr	78	52	70	70	100	110	110
Mo	3	3	3	3	3	3	3
Zn	48	45	58	45	55	55	190
Cu	32	32	32	32	38	24	26
Ni	16	15	20	17	16	17	19
V	20	13	29	29	25	29	30

У опідзолених і солонцюватих ґрунтах (чорноземи опідзолені, солонцюваті, темно-сірі опідзолені, сірі та ясно-сірі лісові ґрунти) у зв'язку з перерозподілом мулистій фракції відбувається вимивання мікроелементів із верхніх елювіальних горизонтів та їх накопичення в ілювіальних. Ступінь відбиття цих процесів обумовлений інтенсивністю опідзолення або осолонцювання.

СТЕП

Степова зона займає площу 25 млн. га, що складає 40 % всієї території України. Пануючими ґрунотворними породами тут виступають леси. За гранулометричним складом вони важкосуглинкові, в межах Причорноморської низини легкоглинисті, на Приазовській та відрогах Середньоруської височини місцями середньоглинисті, на терасах долин - середньо- і легкоглинисті. В басейнах річок Інгульця, Інгулу та Південного Бугу на схилах балок - вапняки, в заплавах річок - алювіальні відклади різного гранулометричного складу.

Степова зона виділяється серед інших зон України найбільшими тепловими ресурсами і переважанням випаровування над кількістю опадів майже у два-три рази, що є найбільш характерною рисою природних умов Степу. Сухість клімату лімітує розвиток біологічних процесів і транспортування розчинних у воді сполук. Низький рівень зволоження та наявність геохімічних бар'єрів сприяє розвитку тут акумулятивних процесів (табл. 13-14). Однак наявність на рівнинних територіях подів, розмір яких коливається від десятків метрів до десяти кілометрів і глибиною від 50 см до 20 м веде до вимивання розчинних солей, в тому числі і мікроелементів, у ґрунтові води.

Таблиця 13 - Розподіл мікроелементів у ґрунтовому профілі каштанових солонцюватих ґрунтів на лесах [10]

Генетичний горизонт	H _{ed}	H _(i)	H _{pi}	P _{hi/k}	P _{hi/k}	P _{k(h)}	P _k
Глибина відбору, см	0-8	20-25	30-35	45-50	60-65	70-75	140-150
Загальний вміст Co	15	17	16	16	15	14	19
Mn	940	630	630	660	540	52	500
Sr	140	120	140	150	150	100	200
Mo	2800	3200	3000	3000	2500	2300	2600
Zn	54	62	62	Не визн.	Не визн.	Не визн.	Не визн.
Cu	27	50	30	29	30	19	20
Ni	27	42	38	32	30	27	40
V	40	62	50	50	50	50	86
Cr	78	95	100	100	90	52	50

У межах Донецького кряжу великі площі займають чорноземи на нелесових породах - глинах, елювії пісковиків, сланців, масивно-кристалічних і крейдо-мергельних порід. Ґрунотворні породи Донбасу літологічно дуже різноманітні, відповідно і вміст мікроелементів у ґрунтах, що сформувались на цих породах, варіює в дуже широких межах. Коефіцієнт варіювання досягає 50-60 % (табл. 15).

Таблиця 14 - Вміст мікроелементів у орному шарі ґрунтів Степової зони України (на лесових породах), мг/кг

Ґрунти		Елементи і їх кларки за Виноградим											
		Fe- 38000	Ti- 4600	Pb- 10	Zn- 50	Mn- 850	Cu- 20	Co- 8	Co- 2.6	Sr- 300	Cr- 200	V- 100	Ni- 40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Чорноземи звичайні глиб.серед ньогоумус. важкосугл. і глинисті	1	16	15	-	41	39	39	39	14	39	40	40	41
	2	<u>17499</u> 14000- 20000	<u>2320</u> 2000- 2600	-	<u>62</u> 35-80	<u>457</u> 300- 780	<u>29</u> 20-40	<u>15,9</u> 12-20	<u>4,4</u> 3,2- 5,6	<u>140</u> 100- 200	<u>93</u> 66- 120	<u>79</u> 52-130	27
	3	11,2	12,7	-	17,6	24,0	28,1	34,3	23,4	23,0	13,0	25,6	20,8
Чорноземи звичайні середнього мусні важ- косуглин- кові	1	6	6	6	20	28	33	36	-	35	31	30	36
	2	<u>15333</u> 13000- 18000	<u>2666</u> 2500- 3000	<u>22</u> 19- 26	<u>71</u> 52- 100	<u>585</u> 300- 1100	<u>27</u> 15-54	<u>17,5</u> 13-21	-	<u>144</u> 100- 170	<u>111</u> 86- 150	<u>84</u> 50-130	25
	3	15,2	8,1	10,3	15,8	36,4	35,8	10,9	-	11,9	14,7	27,2	15,3
Чорноземи звичайні малогумус важкосуг- линкові і глинисті	1	8	8	8	54	52	48	55	18	53	51	49	55
	2	<u>21251</u> 13000- 40000	<u>2625</u> 1800- 3600	<u>18</u> 16- 22	<u>63</u> 34- 100	<u>612</u> 400- 1200	<u>22</u> 15-44	<u>15,8</u> 10-21	<u>3,5</u> 2,9- 4,4	<u>140</u> 100- 180	<u>78</u> 47- 110	<u>57</u> 46-90	<u>25</u>
	3	42,3	27,6	28	28,8	26,1	37,6	19,4	13,7	17,0	29,1	32,0	14,8

Продовження таблиці 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Чорноземи звичайні	1	16	16	16	47	49	50	49	18	45	42	46	47
	2	<u>22333</u> 16000-35000	<u>2750</u> 2000-3600	<u>10</u> 10-26	<u>57</u> 33-80	<u>475</u> 200-920	<u>21</u> 11-40	<u>16</u> 10-20	<u>3,9</u> 3,0-5,6	<u>146</u> 110-190	<u>86</u> 40-100	<u>70</u> 46-100	<u>28</u>
	3	33,8	21,6	0	18,7	43,5	48,1	32,1	17,7	17,0	13,9	21,3	16,0
Чорноземи південні	1	-	-	-	19	19	19	16	-	19	19	19	19
	2	-	-	-	<u>86</u> 60-100	<u>10,42</u> 600-1500	<u>16</u> 10-20	<u>10,4</u> 8-15	-	<u>129</u> 100-150	<u>74</u> 64-84	<u>54</u> 42-70	<u>24</u>
	3	-	-	-	16,0	33,0	27,8	23,3	-	11,8	7,5	10,0	8,0
Чорноземи південні малогум. і слабогумусовані	1	7	7	4	19	16	15	16	-	15	15	15	15
	2	<u>22428</u> 12000-40000	<u>2828</u> 2200-3600	<u>11</u> 10-15	<u>55</u> 50-60	<u>697</u> 600-900	<u>20</u> 18-25	<u>17</u> 10-20	-	<u>142</u> 120-150	<u>89</u> 80-100	<u>64</u> 54-78	<u>29</u> 22-34
	3	44,6	17,9	22,2	7,6	11,8	7,0	13,4	-	5,4	7,3	27,2	10,6
Темно-каштанові залишково солонцюваті	1	4	4	-	25	25	19	32	-	19	20	19	19
	2	<u>199974</u> 12000-40000	<u>2600</u> 2000-3600	-	<u>55</u> 40-70	<u>618</u> 400-700	<u>26</u> 15-51	<u>11</u> 9-12	-	<u>135</u> 120-150	<u>77</u> 50-90	<u>76</u> 58-90	<u>25</u> 22-29
	3	8,8	9,4	-	12,8	12,5	19,8	9,4	-	10,7	12,9	14,4	8,8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Каштанові солонцюваті	1	-	-	-	20	20	14	13	-	19	19	18	19
	2	-	-	-	<u>66</u> 50-90	<u>785</u> 550-1000	<u>27</u> 20-44	<u>17,9</u> 19-27	-	<u>157</u> 120-200	<u>68</u> 56-80	<u>64</u> 42-90	<u>24</u> 22-27
	3	-	-	-	18,2	18,7	23,1	4,1	-	18,2	8,8	23,8	6,9
Солонці (в комплексі з каштановими солонцюватими)	1	-	-	-	7	8	6	9	-	7	7	8	10
	2	-	-	-	<u>62</u> 40-80	<u>1055</u> 500-1600	<u>49</u> 42-64	<u>18</u> 10-26	-	<u>173</u> 150-220	<u>76</u> 70-90	<u>74</u> 62-100	<u>28</u> 26-40
	3	-	-	-	19,3	36,3	17,8	32,2	-	15,2	10	21,5	15,3
Лучно-черноземні і дернові осолоджені ґрунти і солоні	1	-	-	-	10	10	6	10	-	11	10	10	10
	2	-	-	-	<u>52</u> 40-70	<u>560</u> 400-700	<u>24</u> 18-25	<u>13,6</u> 12-15	-	<u>137</u> 130-150	<u>72</u> 66-77	<u>57</u> 52-64	<u>22</u> 19-25
	3	-	-	-	15,1	20,9	11,9	14,3	-	4,7	5,7	7,0	6,8

Таблиця 15 - Вміст мікроелементів у ґрунтах Донбасу, мг/кг

Ґрунти		Елементи і їх кларки за Виноградовим											
		Fe- 38000	Ti- 4600	Pb- 10	Zn- 50	Mn- 850	Cu- 20	Co- 8	Co- 2.6	Sr- 300	Cr- 200	V- 100	Ni- 40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Чорноземи опідзолені на піщаній безкарб. породі	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	2	<u>28300</u> 22000- 40000	<u>2733</u> 2700- 2800	<u>13,3</u> 10- 15	<u>55</u> 52-62	<u>213</u> 120- 420	<u>15,3</u> 11-27	<u>17,6</u> 15-20	<u>4,3</u> 4,0- 5,1	<u>133</u> 110- 170	<u>32</u> 25-44	<u>35</u> 32-40	<u>12</u> 10- 14
	3	35,7	21,2	21,6	10,4	8,4	46,6	14,2	15,5	24,1	33,7	11,7	17,8
Чорноземи типові се- редньогоум. на глин. лесах	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	2	<u>33606</u> 26000- 45000	<u>7000</u> 6500- 8000	<u>17,5</u> 15- 20	<u>61</u> 43-80	<u>640</u> 540- 700	<u>24,7</u> 12-39	<u>15,2</u> 14-17	<u>4,9</u> 4,1-5	<u>117</u> 100- 130	<u>73</u> 43- 100	<u>62</u> 41-76	<u>36</u> 29- 49
	3	23,7	12,3	16,4	25,5	11,9	45,0	9,8	12,3	12,7	33,3	24,5	34,9
Чорноземи звичайні малогумус ні на глин. лесах	1	8	6	9	6	6	6	6	6	6	6	5	6
	2	<u>27000</u> 18000- 45000	<u>4283</u> 2500- 7000	<u>13,3</u> 10- 30	<u>49</u> 41-56	<u>470</u> 310- 660	<u>26,7</u> 22-36	<u>23,2</u> 16-36	<u>4,5</u> 3,5- 5,4	<u>117</u> 100- 170	<u>42</u> 36-58	<u>69</u> 50-80	<u>15</u> 13- 16
	3	47,6	42,8	16,1	11,6	29,5	29,6	26,6	20,1	29,7	25,4	18,8	7,4
Чорноземи звичайні малогумус ні глин. лесах	1	9	11	11	10	10	10	10	11	11	11	11	11
	2	<u>35200</u> 22000- 45000	<u>5627</u> 2500- 11000	<u>12,2</u> 10- 30	<u>58</u> 47-76	<u>340</u> 150- 470	<u>23,0</u> 14-36	<u>21,6</u> 16-30	<u>4,6</u> 3,5- 6,0	<u>125</u> 100- 190	<u>47</u> 37-58	<u>69</u> 43-100	<u>16</u> 13- 24
	3	28,2	7,0	49,4	16,2	32,1	39,9	22,5	17,5	32,5	18,5	24,9	20,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Чорноземи звичайні неглиб.на важкосуг- линкових лесах	1	11	10	11	11	11	10	11	11	11	10	10	10
	2	<u>21909</u> 15000- 40000	<u>4050</u> 1700- 6000	<u>12,7</u> 10- 20	<u>58</u> 36-70	<u>503</u> 310- 780	<u>20,4</u> 12-30	<u>23,8</u> 16-36	<u>3,9</u> 2,8- 4,7	<u>117</u> 100- 170	<u>55</u> 36-84	<u>56</u> 34-78	<u>22</u> 15- 30
	3	35,8	55,3	27,0	21,9	31,4	25,9	25,4	16,5	17,5	36,6	32,4	26,4
Чорноземи солонцюв. на важких глинах	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	2	<u>19000</u> 10000- 25000	<u>2850</u> 1600- 5500	<u>12,5</u> 10- 20	<u>46</u> 34-50	<u>440</u> 200- 540	<u>16,2</u> 10-31	<u>17</u> 10-24	<u>5,7</u> 4,5- 7,2	<u>127</u> 84-200	<u>46</u> 33-60	<u>79</u> 56-96	<u>23</u> 13- 29
	3	43,6	58,8	39,9	15,3	36,5	61,0	31,6	18,9	31,6	233,1	29,3	36,8
Лучно-чор ноземні глибокосо лонцюваті	1	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	7
	2	<u>38000</u> 25000- 50000	<u>5300</u> 4000- 7500	<u>14,0</u> 10- 30	<u>56</u> 48-60	<u>513</u> 470	<u>32,7</u> 25-41	<u>18,7</u> 17-22	<u>5,4</u> 5,0- 5,6	<u>90</u> 59-102	<u>54</u> 39-76	<u>44</u> 39-47	<u>29</u> 16- 45
	3	37,9	27,9	63,8	8,4	14,6	27,0	21,0	5,2	36,9	29,7	10,4	41,8
Чорноземи і дернові карбонатні на елювії карбонат. порід	1	7	7	10	-	18	18	18	18	9	7	7	8
	2	<u>22428</u> 14000- 45000	<u>4575</u> 1500- 8000	<u>10</u> 10- 10	-	<u>332</u> 140- 420	<u>14,1</u> 9-18	<u>14</u> 10-19	<u>5,1</u> 3,9- 6,1	<u>164</u> 110- 280	<u>29</u> 26-60	<u>67</u> 33-74	<u>15</u> 10- 24
	3	47,1	59,9	0	-	21,7	23,2	25,5	19,9	35,9	31,7	33,7	29,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Черноземи і дернові щебеню- ваті на елю вії щільн. безкарб. порід	1	13	13	15	17	17	15	18	18	18	11	11	12
	2	<u>29158</u> 20000- 50000	<u>4745</u> 2500- 7000	<u>15</u> 10- 20	<u>49</u> 44-68	<u>848</u> 370- 1300	<u>25</u> 16-47	<u>17,3</u> 14-26	<u>5,8</u> 4,0- 6,8	<u>113</u> 90-130	<u>50</u> 26-54	<u>84</u> 48-130	<u>15</u> 10- 26
	3	28,8	47,6	30,0	31,4	41,0	46,7	33,9	16,4	11,6	40,5	32,3	64,0
Лучні солонцю- ваті	1	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7
	2	<u>23833</u> 14000- 30000	<u>4857</u> 3000- 7500	<u>11</u> 10- 15	<u>58</u> 50-70	<u>604</u> 350- 780	<u>19,8</u> 14-30	<u>20,6</u> 17-28	<u>4,8</u> 2,9- 5,3	<u>141</u> 120- 170	<u>53</u> 37-84	<u>73</u> 34-100	<u>19</u> 10- 39
	3	25,7	37,9	17,6	11,2	26,1	40,2	19,2	20,6	18,1	39,4	39,6	58,4

Ґрунти тут відносно багаті свинцем, марганцем, міддю, кобальтом, молібденом і збіднені на стронцій, хром, нікель і залізо. Інтенсивність їх накопичення збільшується у ряду: Mn>Cu>Co>Ti>Zn>V>Pb (табл. 15).

На елювії карбонатних і окарбонатованих порід сформувались дернові карбонатні ґрунти. Це короткопрофільні ґрунти з потужністю гумусових горизонтів 55-75 см, в яких більш ніж в інших ґрунтах накопичується стронцій. Степову зону Криму ми виділили в окремий розділ.

КРИМ

Територія Кримського півострова розподіляється на дві частини - степову й гірську. У свою чергу степова частина розподіляється на Присівашський та Степовий геоморфологічні райони [11]. Крим характеризується великою різноманітністю ґрунотворних порід. У Присівашші ґрунти розвиваються на важких карбонатних гіпсоносних суглинках і глинах різного ступеня засоленості. На більшій частині степової зони Криму ґрунотворні породи представлені четвертинними жовто-бурими карбонатними лесовидними суглинками та глинами.

Особливості геолого-геоморфологічних умов Степу Кримського, велика різноманітність материнських порід визначають провінціальні відміни ґрунтів, з якими пов'язані й особливості вмісту та розподілу мікроелементів.

В основних ґрунтах Степової зони Криму відмічено деяке збільшення ряду мікроелементів у порівнянні з їх аналогами у зоні Степу. Так у чорноземі південному Кримського Степу збільшується вміст заліза, цинку, кобальту й стронцію, у темно-каштанових, крім вищезазначених елементів, збільшився вміст хрому (табл. 16).

Гірські та передгірські райони Криму відрізняються особливо складною геоморфологічною будовою і великою різноманітністю ґрунотворних порід, серед яких головними виступають мергелі, вапняки, конгломерати, пісковики. У передгірських районах найбільш родючими і розораними ґрунтами є чорноземи південні на лесах, тритичних глинах та елювії вапняків і крейдо-мергельних порід, із яких за вмістом мікроелементів ми охарактеризували останні. З визначених мікроелементів у порівнянні з Степовим аналогом у чорноземі на елювії вапняків і крейдо-мергельних порід відмічено збільшення вмісту більшої їх кількості - нікелю, хрому, ванадію, міді, цинку, марганцю та заліза, зменшилась тільки кількість титану (табл. 16).

КАРПАТИ

Карпатський регіон займає крайню західну частину України і являє собою область вологої помірно теплої фації буроземно-лісових ґрунтів. Як відзначає В.І. Канівець [12], забудовою поверхні, біокліматичними умовами, особливостями ґрунтового покриву Карпатська область є складним цілісним регіоном. У його центрі простирається гірська система українських Карпат, до гірського поясу по обидва боки прилягають передгірські та рівнинні території (Закарпаття та Передкарпаття), на яких у біокліматичному та геохімічному відношенні проявляється безпосередній вплив Карпат. Буроземно-лісова

Таблиця 16 - Вміст мікроелементів у ґрунтах Криму, мг/кг

Ґрунти		Елементи і їх кларки за Виноградим											
		Fe- 38000	Ti- 4600	Pb- 10	Zn- 50	Mn- 850	Cu- 20	Co- 8	Mo- 2.6	Sr- 300	Cr- 200	V- 100	Ni - 40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Степова зона													
Чорноземи південні на лесах	1	8	8	8	50	14	11	12	10	10	10	10	9
	2	<u>29250</u> 23400- 40000	<u>2550</u> 1500- 4300	<u>10</u> 10- 10	<u>88</u> 40- 190	<u>740</u> 550- 900	<u>21</u> 12-47	<u>22</u> 10-30	<u>2,7</u> 2,0- 3,8	<u>184</u> 80- 300	<u>74</u> 40- 150	<u>73</u> 33- 120	<u>30</u> 14-47
	3	24,0	34,7	0	53,0	17,0	44,0	28,3	23,0	49,1	56,0	35,0	47,7
Чернозем- но-лучні на лесовид делювіал. суглинках	1												
	2	<u>29500</u> 24000- 25000	<u>3250</u> 3000- 3500	<u>10</u> 10- 10	<u>47</u> 40-55	<u>590</u> 520- 660	<u>18</u> 16-21	<u>25</u> 14-27	<u>3,6</u> 3,6- 3,7	<u>41</u> 30- 52	<u>75</u> 61-84	<u>56</u> 50-62	<u>18</u> 16-20
	3	26,3	10,8	0	22,5	16,7	4,0	4,0	4,0	37,0	16,9	15,1	15,7
Темно-каш- танові на лесовидн. глині	1												
	2	<u>26500</u> 20000- 28500	<u>3400</u> 2500- 4300	<u>10</u> 10- 10	<u>53,0</u> 50-55	<u>995</u> 880- 1100	<u>22</u> 21-28	<u>28</u> 23-28	0,8- 1,1	-	<u>100</u> 62- 156	<u>47</u> 40-54	<u>15</u> 10-29
	3	34,6	37,4	0	6,7	11,0	6,1	16,6	-	-	48,8	21,0	-
Каштанові. важкосуг- линкові на лесовидн. суглинках	1	-	-	-	-	25	25	25	-	-	-	25	25
	2	-	-	-	65-90	1006	45	22	0,8- 1,1	-	-	233	59
	3	-	-	-	-	13,7	8,4	6,6	-	-	-	6,6	7,0

Таблиця 17 - Вміст мікроелементів у ґрунтах Карпат, мг/кг

Ґрунти		Елементи і їх кларки за Виноградовим											
		Fe- 38000	Ti- 4600	Pb- 10	Zn- 50	Mn- 850	Cu- 20	Co- 8	Mo- 2.6	Sr- 300	Cr- 200	V- 100	Ni- 40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Передгір'я													
Дернові	1	-	20	20	20	20	20	20	20	-	20	20	20
	2	-	<u>8938</u> 3340- 2000	<u>67</u> 32- 168	<u>100</u> 60- 145	<u>830</u> 425- 1575	<u>38</u> 15-76	<u>16</u> 11-25	<u>1,6</u> 0,8- 3,0	-	<u>86</u> 41- 136	<u>118</u> 61- 237	<u>36</u> 20- 92
	3	-	58,1	40,6	22,4	40,8	45,0	25,1	40,6	-	35,4	44,0	56,7
Лучні і лучно- буроземні на піща- никах	1	-	9	9	9	9	9	9	9	-	9	9	9
	2	-	<u>4401</u> 1872- 12169	<u>61</u> 23- 141	<u>124</u> 80- 237	<u>821</u> 437- 1250	<u>31</u> 15-76	<u>19</u> 12-28	<u>1,8</u> 1,2- 2,2	-	<u>89</u> 31- 153	<u>152</u> 49- 302	<u>47</u> 17- 110
	3	-	78,8	62,7	43,6	46,7	45,1	33,1	24,4	-	57,2	61,0	67,2
Дернові опідзолені	1	-	11	11	11	11	11	11	11	-	11	11	11
	2	-	<u>7758</u> 4571- 13243	<u>52</u> 31- 137	<u>108</u> 71- 175	<u>751</u> 150- 1365	<u>21</u> 7-50	<u>16</u> 9-32	<u>1,5</u> 0,4- 2,6	107	<u>100</u> 30- 282	<u>110</u> 68- 171	<u>34</u> 22- 53
	3	-	39,0	62,5	27,7	48,7	57,7	52,5	32,4	-	65,9	33,9	32,5
Дерново- буроземні підзолисті на елювії сланців	1	-	4	4	4	4	4	4	4	-	4	4	4
	2	-	<u>13801</u> 10590- 15320	<u>71</u> 39- 107	<u>76</u> 53-98	<u>709</u> 600- 951	<u>20</u> 17-24	<u>14</u> 13-25	<u>1,3</u> 1,0- 2,0	147	<u>78</u> 66- 126	<u>97</u> 61- 126	<u>25</u> 15- 39
	3	-	16,7	14,5	26,6	48,7	16,6	6,6	36,5	-	10,4	30,4	46,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Буроземно підзолисті на алюві- альних відкладах	1	-	5	5	5	5	5	5	5	-	5	5	5
	2	-	<u>12975</u> 9550- 20000	<u>55</u> 33- 63	<u>55</u> 45-64	<u>534</u> 375- 630	<u>11</u> 5-18	<u>13</u> 5-18	<u>1,1</u> 0,6- 1,8	145	<u>60</u> 47-68	<u>78</u> 59- 111	<u>55</u> 13- 20
	3	-	34,6	25,5	16,1	17,4	31,9	32,0	35,9	-	15,3	29,4	22,6
Бурі лісові	1	-	10	10	10	10	10	10	10	-	10	10	10
	2	-	<u>16419</u> 5488- 32880	<u>59</u> 50- 82	<u>72</u> 58-91	<u>725</u> 645- 825	<u>18</u> 10-23	<u>18,3</u> 9-24	<u>2,0</u> 2,0- 2,0	145	<u>78</u> 60- 100	<u>90</u> 70- 125	<u>31</u> 8-44
		-	42,8	34,4	23,6	12,5	36,7	36,0	0	-	25,8	32,3	62,9
Дерново- підзолисті суглинкові і їх види на делюві- альних суглинках	1	-	-	-	10	11	10	10	-	-	9	9	9
	2	-	-	-	<u>71</u> 70-80	<u>277</u> 200- 600	<u>30</u> 20-40	<u>20</u> 15-30	-	-	<u>120</u> 90- 150	<u>96</u> 50- 150	<u>27</u> 22- 32
	3	-	-	-	4,4	51,2	24,5	30,6	-	-	13,1	32,4	12,1
Буроземно підзолисті і їх оглеєні види	1	-	-	-	10	9	10	10	-	-	10	10	10
	2	-	-	-	<u>70</u> 50-80	<u>761</u> 500- 1000	<u>19</u> 10-30	<u>24</u> 15-30	-	138	<u>109</u> 73- 150	<u>62</u> 52-90	<u>26</u> 19- 34
	3	-	-	-	13,0	19,3	33,1	22,5	-	-	28,3	18,3	19,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Гірські Карпати													
Бурі гірсько-лісові щебенюваті в комплексі з оглеєними видами на елювії-делювії щільних порід	1	-	-	-	10	10	10	9	-	-	10	10	10
	2	-	-	-	<u>58</u> 45-60	<u>1020</u> 700-1500	<u>23</u> 20-40	<u>21</u> 15-40	-	145	<u>134</u> 100-160	<u>68</u> 43-90	<u>32</u> 26-40
	3	-	-	-	19,1	26,8	30,9	34,1	-	-	15,8	20,6	16,1
Дерново-буроземні і гірські лучні	1	-	-	-	8	7	7	7	-	-	7	7	7
	2	-	-	89-208	<u>61</u> 50-70	<u>829</u> 500-1000	<u>27</u> 20-38	<u>20</u> 15-30	-	126	<u>147</u> 120-160	<u>74</u> 46-88	<u>29</u> 25-36
	3	-	-	-	12,8	22,8	14,4	24,0	-	-	8,5	18,5	12,2

область у Закарпатті обіймає Передгір'я і Притисенську низину, а в Передкарпатті - Передкарпатську височину. Кожному з цих районів притаманні свої геологічні та біокліматичні особливості, але в цілому вся територія характеризується буроземно-кислим процесом ґрунтоутворення [10].

Велика різноманітність ґрунтоутворних порід, інтенсивне ґрунтоутворення, висока елювіюваність по відношенню до великої кількості елементів, промивний водний режим виступають визначальними факторами вмісту мікроелементів у ґрунтах Карпатської області. Із великої кількості ґрунтів зони за вмістом мікроелементів характеризуються найбільш поширені типи ґрунтів даного регіону: у Передкарпатті - дерново-підзолисті поверхнево оглеєні, у Карпатах - бурі лісові, бурі гірсько-лісові щепенюваті з оглеєними видами та дерново-буроземні й гірсько-лучні, у Закарпатті - дерново-опідзолені суглинкові та оглеєні їх види, буроземно-підзолисті та оглеєні їх види, лучні та лучно-буроземні.

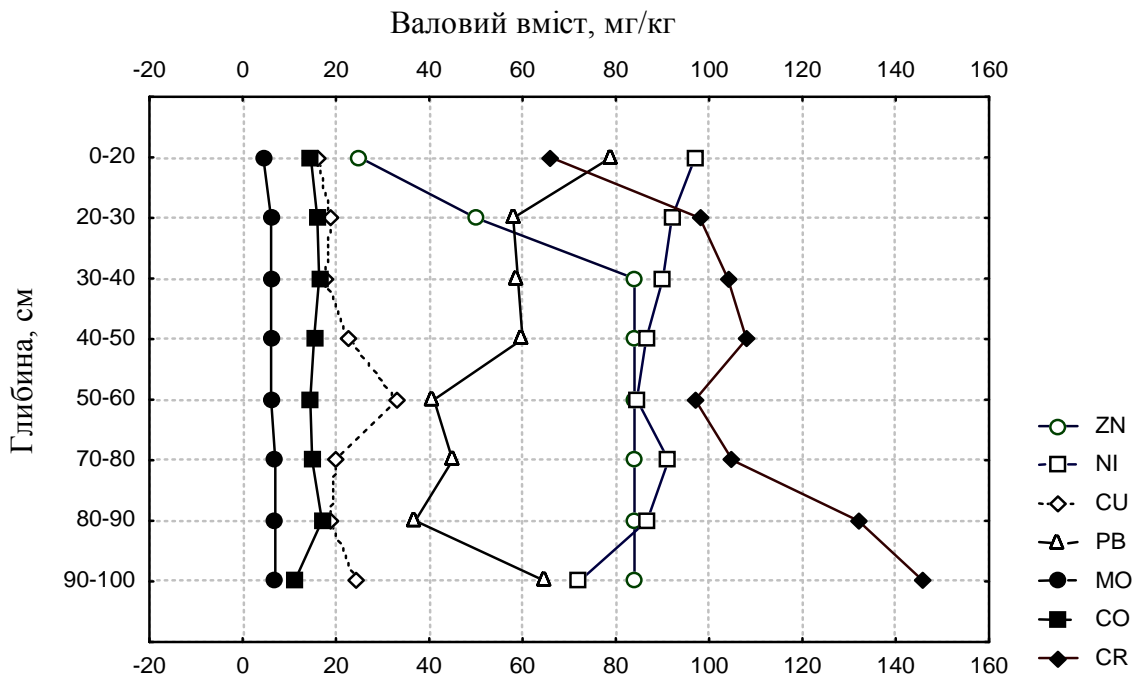


Рисунок 7 - Розподіл мікроелементів по профілю бурого лісового важкосуглинкового ґрунту [13]

Характерною рисою ґрунтів зони є високий рівень вмісту титану, дуже високий свинцю, елемента, що відноситься до першого класу небезпеки, ГДК валового вмісту якого 32 мг/кг ґрунту, а в ґрунтах зони його вміст досягає 230 мг/кг ґрунту (табл. 17). З наведених у таблицях даних за вмістом свинцю близькими є бурі гірсько-лісові і дерново-буроземні ґрунти. Коливання вмісту цього елемента тут складає в середньому 71-84 мг/кг при абсолютних значеннях 39 - 112 мг/кг ґрунту. Найбільший вміст свинцю в дерново-буроземних і гірських лучних - 220 мг/кг ґрунту при коливанні абсолютних значень 165-230 мг/кг. Як відмічає Б.І. Ракочій [13], ґрунти з більшим

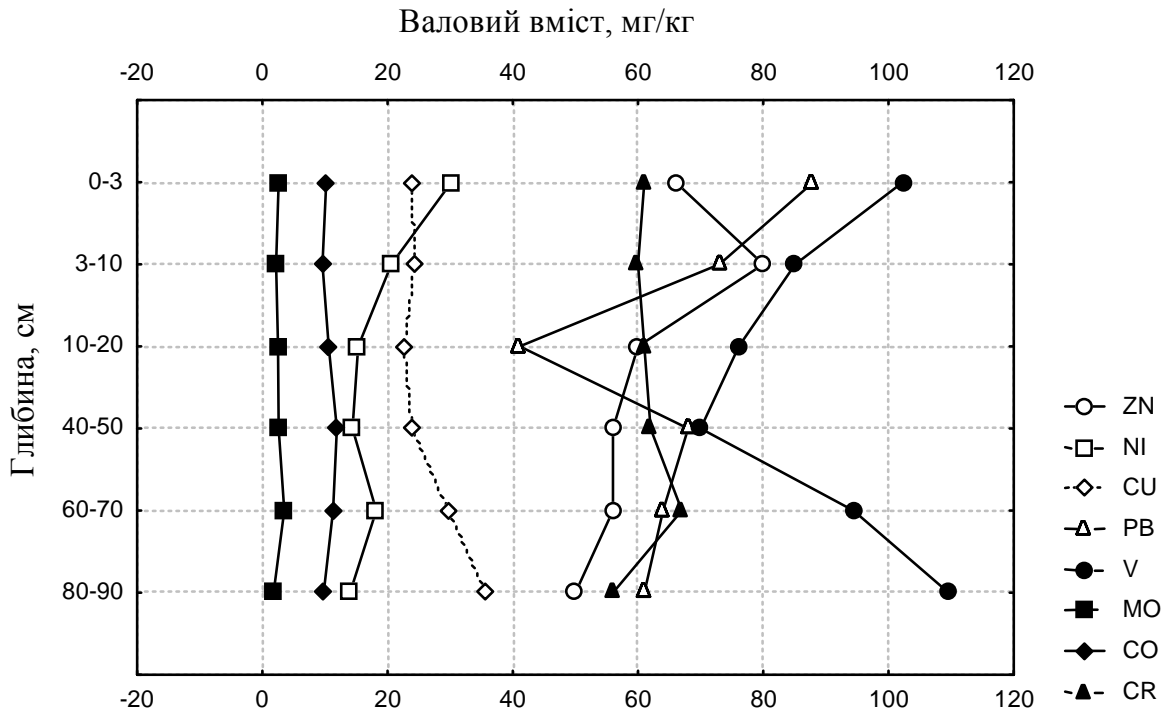


Рисунок 8 - Розподіл мікроелементів по профілю бурого лісового супіщаного ґрунту [13]

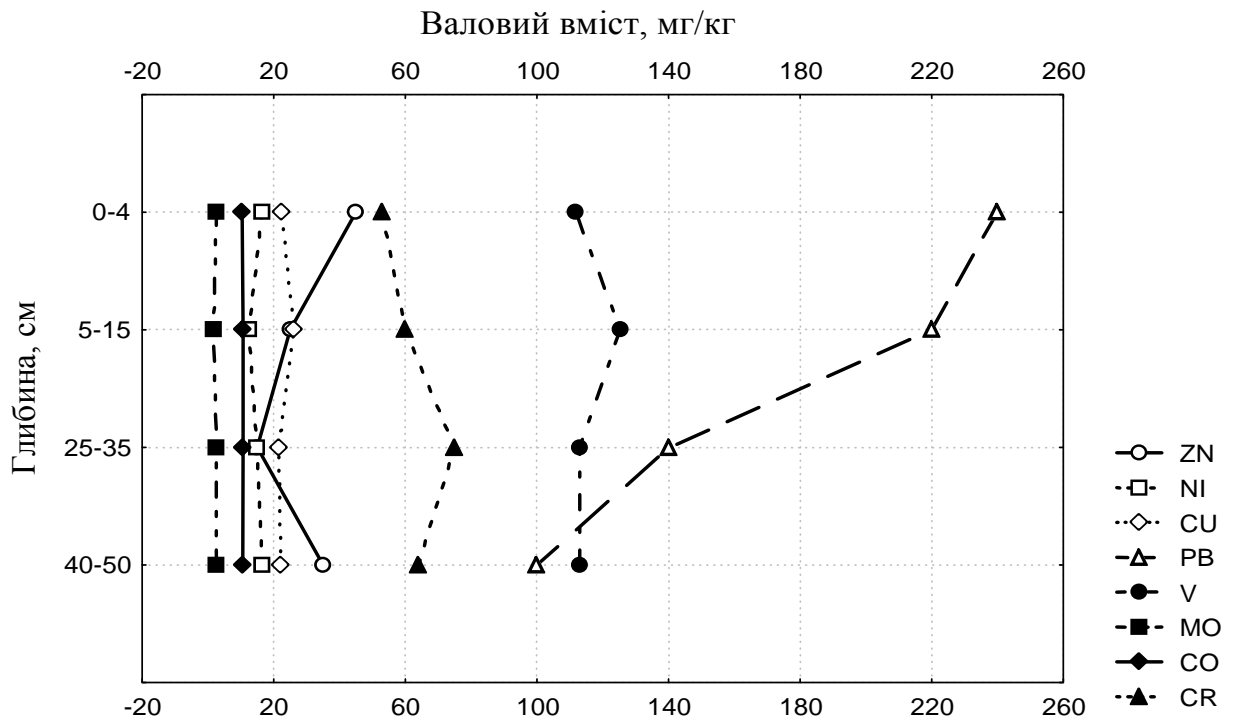


Рисунок 9 - Розподіл мікроелементів по профілю гірсько-лучного легкосуглинкового ґрунту [13]

вмістом перегною більш збагачені на свинець. Ґрунти Карпатської зони помітно збагачені також хромом і цинком, при цьому в найбільшій мірі цинком збагачені лучні та дернові опідзолені ґрунти Закарпаття, тут його вміст досягає 175-237 мг/кг ґрунту. Середній вміст міді у ґрунтах зони коливається від 18-31 мг/кг ґрунту, хоча за абсолютними значеннями падає

до 5 мг/кг у буроземно-підзолистих ґрунтах Закарпаття. У зоні, як і в цілому по Україні, вміст мікроелементів у ґрунтах залежить від їх вмісту в ґрунтоутворних породах.

ВМІСТ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ЗРОШУВАНИХ ҐРУНТАХ

У порівнянні з богарними антропогенний тиск на зрошувані ґрунти значно посилюється, адже до джерел надходження мікроелементів у ґрунти додається ще одне - зрошувальна вода. Окрім того, у зрошуваних ґрунтах відбуваються суттєві зміни іонно-солевого складу ґрунтового розчину, спрямованості і інтенсивності елементарних ґрунтових процесів, швидкості агрогенної еволюції; посилюються процеси міграції; збільшується інтенсивність біологічного виносу елементів із ґрунтів за рахунок росту врожаїв. Таким чином, зрошувані ґрунти виступають осередком більш інтенсивних та більш потужних потоків речовини та енергії, ніж богарні ґрунти, що зумовлює й особливості вивчення в них валового вмісту мікроелементів - необхідним стає включення до об'єктів вивчення окрім зрошуваних ґрунтів ще й їх незрошуваних аналогів (метод ключів-аналогів). Нами були проведені дослідження впливу зрошення на валовий вміст та профільний розподіл мікроелементів в основних типах зрошуваних ґрунтів України, на частку яких припадає близько 70 % площі зрошуваних земель, та їх незрошуваних аналогах. Об'єктами досліджень стали чорноземи: типові малогумусні важкосуглинкові (Мереф'янський стаціонар (МС) ІОБ УААН) та типові середньогумусні важкосуглинкові й легкоглинисті (Граківське дослідне поле (ГДП) ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського»); звичайні середньогумусні важкосуглинкові (Первомайський стаціонар (ПС) ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського»), які розташовані в Харківській області; звичайні середньопотужні малогумусні важкосуглинкові (Павлоградський стаціонар (ПгС) ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», Дніпропетровська область), звичайні середньопотужні малогумусні важкосуглинкові (ДІАПВ УААН (Дб), Донецька область) та звичайні потужні слабогумусовані важкосуглинкові (Кутузівський стаціонар (КС) ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», Одеська область); південні малогумусні легкоглинисті (КСП Апостолівського району Дніпропетровської області (ДО)); темно-каштанові залишково-слабосолонцюваті важкосуглинкові (ІЗПР УААН, Херсонська область) та темно-каштанові залишково-слабосолонцюваті важкосуглинкові (Асканія-Нова (АН), Херсонська область) ґрунти, які відносяться до зон Лісостепу, Степу північного, південного та сухого і Донбасу.

Валовий вміст мікроелементів в орному шарі чорноземних та темно-каштанових ґрунтів під впливом зрошення істотно не змінився - середні значення вмісту мікроелементів у зрошуваних і богарних ґрунтах відрізняються незначно - на $\pm 1-5$ % (табл. 18), що підтверджує існуючу думку про відсутність суттєвих розбіжностей між валовим хімічним складом зрошуваних і незрошуваних ґрунтів [18, 22]. Зрошення не призводить до

накопичення мікроелементів у досліджуваних ґрунтах, забруднення ними зрошуваних земель не відмічено. Звертає на себе увагу те, що вміст Zn, Fe, Mn та Cu у різних досліджуваних ґрунтах між собою відрізняється в незначній мірі, що можливо пов'язано з істотною біогенною роллю цих

Таблиця 18 - Вміст мікроелементів у зрошуваних ґрунтах України та їх незрошуваних аналогах (мг/кг ґрунту)

Ґрунти		Zn	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
1		2	3	4	5	6	7	8	9
Чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, МС	зрошуваний	<u>52</u> 44-70	<u>19</u> 15-31	<30	<u>25300</u> 24700-26800	<u>660</u> 570-740	<u>17</u> 11-26	<u>29</u> 25-34	<u>70</u> 60-100
	богарний	50	20	-	26100	690	16	28	73
Чорнозем типовий середньогумусний важкосуглинковий і легкоглинистий, ГДП	зрошуваний	<u>52</u> 48-55	<u>32</u> 27-36	<40	<u>30400</u> 29700-32100	<u>815</u> 710-830	<u>15,6</u> 15-16	<u>20</u> 17-24	<u>86</u> 70-110
	богарний	51	34	-	30200	810	16	19	88
Чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий, ПС	зрошуваний	<u>54</u> 53-57	<u>34</u> 32-36	<40	<u>30600</u> 30300-30700	<u>790</u> 770-830	<u>17</u> 15-20	<u>22</u> 20-25	<u>88</u> 79-93
	богарний	56	35	-	30100	813	16	23	90
Чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий, ПгС	зрошуваний	<u>55</u> 50-65	<u>38</u> 30-40	<u>10</u> -	<u>31060</u> -	<u>830</u> 800-840	<u>16</u> 12-20	<u>20</u> 17-27	<u>72</u> 60-84
	богарний	58	36	-	29900	810	17	19	70
Чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий, Дб	зрошуваний	66.5	52.4	<50	38800	940	28,2	31,4	-
	богарний	78.2	31.4	<50	36800	820	26,2	31,8	-
Чорнозем звичайний слабогумусований важкосуглинковий, КС	зрошуваний	<u>65</u> 54-75	<u>42</u> 40-50	<u>10</u> -	<u>31406</u> 30950-32390	<u>990</u> 960-1020	<u>19</u> 17-23	<u>24</u> 18-33	<u>70</u> 60-80
	богарний	61	40	-	31230	941	18	23	72
Чорнозем південний малогумусний легкоглинистий, ДО	зрошуваний	<u>45</u> 34-60	<u>38</u> 30-40	<30	<u>30500</u> 26300-32200	<u>970</u> 840-1200	<u>14</u> 10-19	<u>20</u> 13-27	<u>80</u> 70-90
	богарний	46	38	-	31200	920	13	19	80
Темно-каштанові залишково-солонцюваті, ІЗПР	зрошуваний	<u>57</u> 44-65	<u>24</u> 17-35	<u>11</u> 10-13	<u>30000</u> -	<u>657</u> 630-660	<u>23</u> 16-30	<u>22</u> 20-26	<u>117</u> 100-132
	богарний	54	25	11	-	650	25	18	78

Продовження таблиці 21

Темно-каштанові залишково-солонцюваті, АН	зрошуваний	<u>49</u> 40-58	<u>39</u> 33-45	<u>14</u> 12-15	<u>30000</u> -	<u>710</u> 670-730	<u>28</u> 27-30	<u>18</u> 15-20	<u>81</u> 60-100
	богарний	47	41	15	-	690	27	18	78
ГДК □		100	85	-	-	1500	30	55	-

* - У чисельнику - середнє значення, у знаменнику - межі коливання

елементів і внаслідок цього - утворення досить однорідного рівня їх вмісту у ґрунтах акумулятивного типу. Відсутність суттєвих відмінностей між вмістом мікроелементів у зрошуваних ґрунтах, їх незрошуваних аналогах, які вивчалися нами, свідчать про високий ступінь однорідності геохімічних ландшафтів й однотипність факторів міграції мікроелементів у них, а коливання валового вмісту мікроелементів, скоріш за все, пояснюється природною варіабельністю. Звертає на себе увагу дещо підвищений, хоча й не сягаючий критичних значень, вміст Zn, Ni, Fe, Pb, Cu у зрошуваних, а Zn й Pb і в богарних ґрунтах Дб, що може бути наслідком декількох причин: загального підвищеного геохімічного фону, який характерний для цього регіону; надходженням у ґрунти та в інші компоненти ландшафту з аеротехногенними випадками (особливо це стосується Zn й Pb); надходженням у ґрунти зі зрошувальною водою, яка за рахунок підвищеного вмісту в ній Pb, Cd, Ni відноситься до обмежено придатних та непридатних для зрошення й може сприяти накопиченню цих елементів у ґрунтах. В інших об'єктах для зрошення використовувались води переважно придатні для зрошення за вмістом мікроелементів і тому, можливо, істотних змін у валовому вмісті мікроелементів у зрошуваних ґрунтах не було відзначено. Така різна екологічна оцінка ролі зрошуваних вод у надходженні мікроелементів у ґрунти в наших та інших дослідженнях [18, 23] безпосередньо пов'язана з якістю тих вод, вплив яких вивчається, що викликає необхідність постійного контролю за вмістом мікроелементів у зрошувальних водах, їх якістю та валовим вмістом мікроелементів у зрошуваних ґрунтах.

При вивченні розподілу мікроелементів по профілю чорноземів та темно-каштанових ґрунтів більшість дослідників відзначає, що нейтральна реакція ґрунтового розчину, висока гумусованість, порівняно сухий клімат, відносно високий рівень окислювально-відновлювального потенціалу стримують міграцію більшості мікроелементів і сприяють накопиченню їх у верхньому гумусованому горизонті [24, 25]. Особливість профільного розподілу мікроелементів як результату прояву ґрунтоутворного процесу, пов'язану з їх біогенним накопиченням, запропоновано використовувати для визначення ступеня органофільності мікроелементів (ST_{ORG}) шляхом розрахунку відношення їх кількостей у верхньому (0-30 см) і нижньому (30-50 см) шарі [26]. В досліджуваних ґрунтах ми спостерігаємо тенденцію диференціації за вмістом більшості мікроелементів саме шару 0-50 см (табл. 19). В усіх зрошуваних ґрунтах відмічено тенденцію збагачення на Mn та Cu шару 0-30 см відносно шару 30-50 см, в більшості ґрунтів - на Zn, Pb та Cr (рис. 26-31). Таку тенденцію звичайно пов'язують із поглинанням мікроелементів коренями рослин у шарі 30-50 см та збагаченням за їх рахунок шару 0-30 см. За нашими даними істотного впливу зрошення на розподіл цих елементів у шарі 0-50 см не відзначено, можливо це пов'язано з міцними зв'язками цих елементів з органічними речовинами ґрунту [24, 25, 27], які не дозволяють їм інтенсивно мігрувати по ґрунтовому профілю під дією зрошення. Але слід зазначити, що при зрошенні в різних типах ґрунтів відмічено тенденції, які відрізняються: тенденція до більшої диференціації

цього шару за вмістом Mn, Cu, Zn, Pb, Cr у чорноземі типовому МС; а у чорноземах звичайних ПС та КС відносно Zn, Cu, Cr й у темно-каштанових ґрунтах ІЗПР та АН відносно Pb та Cr - тенденція до більш рівномірного розподілу (на розподіл інших елементів зрошення не вплинуло).

Таблиця 19 - Ступінь органофільності мікроелементів у зрошуваних ґрунтах

Ґрунти	Елемент							
	Zn	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
Чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, МС	1,2	1,0	-	0,9	1,1	1,1	1,5	1,1
Чорнозем типовий середньогумусний важкосуглинковий і легкоглинистий, ГДП	1,1	1,0	-	1,0	1,1	0,9	1,2	1,1
Чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий, ПС	1,0	1,1	-	1,0	1,1	1,0	1,1	1,1
Чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий, ПгС	1,0	1,0	-	1,0	1,1	1,0	1,2	1,0
Чорнозем звичайний слабогумусований важкосуглинковий, КС	1,0	1,0	-	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0
Чорнозем південний малогумусний легкоглинистий, ДО	1,1	1,0	-	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0
Темно-каштанові залишково- солонцюваті, ІЗПР	1,1	1,1	1,1	-	1,1	1,1	1,1	1,1
Темно-каштанові залишково- солонцюваті, АН	1,2	1,2	1,2	-	1,1	1,1	1,3	1,4

Тенденція до збільшення диференціації ґрунтового профілю МС виникла, швидше за все, у зв'язку з тим, що в шарі 30-50 см під впливом зрошення дещо посилилася міграція мікроелементів: у верхній шар - біологічна й у нижчі шари - водна. У шарі ж 0-30 см водна міграція мікроелементів, що посилилася під впливом зрошення, можливо компенсувалася їхньою біогенною акумуляцією і додатковим джерелом їх надходження - зрошувальною водою. В чорноземах звичайних та темно-каштанових ґрунтах, які сформувалися в умовах більш значного дефіциту вологи, надходження зрошувальної води, скоріш за все викликало тенденцію до посилення міграції елементів і більш рівномірного їх розподілу в шарі 0-50 см. Ці ґрунти виявилися менш стійкими до впливу зрошення на розподіл по профілю мікроелементів, ніж чорнозем типовий ГДП, який характеризується

високою буферною здатністю, чорноземи звичайні ПгС та чорноземи південні ДО, для яких характерне близьке залягання ґрунтових вод (<5 м). У зрошуваних ґрунтах не спостерігалось диференціації шару 0-50 см за вмістом Fe, що можливо обумовлюється впливом зрошувальних вод. Таке припущення виникло при співставленні вмісту Fe у зрошуваних ґрунтах та їх незрошуваних аналогах. У богарних ґрунтах відмічено акумуляцію Fe у шарі 0-30 см ($ST_{ORG}=1,1$), при зрошенні виникає тенденція до вилуговування елемента зрошувальними водами з орного шару. Зміни профільного розподілу Fe обмежуються шаром 0-50 см, це пов'язано з тим, що в умовах перемінного окисно-відновного режиму, періодичної анаеробності, підвищеної вологості, які виникають при зрошенні та в присутності органічних речовин Fe утворює рухомі, легко мігруючі сполуки - хелати, рухомість яких значно вища, ніж простих солей. Аерація ґрунтів швидко викликає перехід сполук Fe у малорухому форму [2]. При штучному зрошенні анаеробні умови короточасні, тому міграція Fe обмежується шаром 0-50 см. Як свідчать літературні дані [2, 28], такі процеси характерні й для Mn, однак він характеризується в 4-20 разів більшою активністю залучення в біологічний кругообіг і більш високим окисним потенціалом, ніж Fe, що знижує інтенсивність його профільної міграції.

У більш глибоких шарах ґрунту профільний розподіл мікроелементів залежить від типу ґрунтів та грубизни їх профілю, але слід зазначити тенденції, які відмічені для всіх типів ґрунтів при досить рівномірному профільному розподілі: деяке зменшення вмісту мікроелементів у перехідних до ґрунотворної породи шарах та зростання вмісту деяких елементів у ґрунотворній породі. Для характеристики перерозподілу елементів у процесі ґрунтоутворення використовують коефіцієнт акумуляції-розсіювання (K_{AP}) мікроелементів, що розраховується як відношення валового вмісту елемента в орному шарі ґрунту до його вмісту в ґрунотворній породі. Окрім того, цей коефіцієнт пропонують вважати критерієм оцінки забруднення орного шару ґрунтів [29]. Розраховуються значення критеріїв для окремих елементів у різних типах ґрунтів, які б характеризували природний вміст мікроелементів в орному шарі на підставі їх вмісту в ґрунотворній породі, в цілому ж з'ясовано, що $K_{AP}>2$ характеризує орний шар ґрунтів як забруднений мікроелементами. Проведення розрахунків K_{AP} показало (табл. 20), що досліджувані ґрунти характеризуються, в основному, акумуляцією мікроелементів в орному шарі відносно ґрунотворної породи, що підтверджує існуючу думку про акумулятивний характер чорноземних та темно-каштанових ґрунтів у відношенні цих елементів.

Значення $K_{AP}\leq 2$ свідчать про природний вміст мікроелементів у досліджуваних ґрунтах і підтверджують висновок про відсутність значного накопичення їх у зрошуваних землях. Впливу зрошення на ґрунти глибше 50 см не відмічено - профільний розподіл мікроелементів у зрошуваних ґрунтах та їх незрошуваних аналогах суттєво не відрізняється, можливо це пов'язано як зі зрошувальними нормами, які застосовуються, так і хімічним складом зрошувальних вод. В цілому профільний розподіл мікроелементів у

зрошуваних ґрунтах, які досліджувалися, характеризується як рівномірно-аккумулятивний з тенденціями до акумуляції у більш гумусованих, зменшення вмісту у перехідних шарах і росту у ґрунотворній породі.

Таблиця 20 - Коефіцієнти акумуляції-розсіювання мікроелементів у зрошуваних ґрунтах

Ґрунти	Елемент							
	Zn	Ni	Co	Fe	Mn	Pb	Cu	Cr
Чорнозем типовий малогумусний важкосуглинковий, МС	1,1	-	-	1,0	1,1	1,3	1,9	1,3
Чорнозем типовий середньогумусний важкосуглинковий і легкоглинистий, ГДП	1,2	1,2	-	1,2	1,4	0,9	1,5	1,3
Чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий, ПгС	1,1	2,0	-	1,1	1,5	1,3	1,1	1,6
Чорнозем південний малогумусний легкоглинистий, ДО	1,1	2,0	2,0	1,2	1,7	1,2	1,3	2,0
Темно-каштанові залишково-солонцюваті, ІЗПР	2,0	1,7	1,0	-	1,2	1,0	1,0	1,4
Темно-каштанові залишково-солонцюваті, АН	1,2	1,7	1,0	-	1,2	1,0	1,0	1,4

Таким чином, валовий вміст мікроелементів у більшості досліджених зрошуваних ґрунтів характеризує, швидше за все, їх природний рівень вмісту, а коливання пояснюються природною варіабельністю. Вміст біогенних мікроелементів Zn, Fe, Mn, Cu у досліджуваних ґрунтах (за виключенням ґрунтів Донбасу) знаходиться приблизно на одному рівні, що свідчить про однорідність геохімічних ландшафтів і однотипність факторів міграції цих елементів у них. Істотного впливу зрошення на валовий вміст мікроелементів у шарі 0-30 см не відмічено - середні значення їх вмісту у зрошуваних і богарних ґрунтах відрізняються на $\pm 1-5\%$. Виключення складають чорноземи звичайні Дб у яких до високого природного геохімічного рівня додається значний антропогенний тиск й зрошувальні води виступають істотним додатковим джерелом надходження мікроелементів у ґрунти. В профільному розподілі мікроелементів у зрошуваних ґрунтах відмічені тенденції: акумуляції в орному шарі відносно як шару 30-50 см, так і ґрунотворної породи; зниження вмісту у ґрунтах із глибиною до перехідних шарів; зростання їх валового вмісту у ґрунотворній породі. Коливання вмісту мікроелементів у різних шарах ґрунту незначні і це, разом із вищезазначеним, дозволяє характеризувати їх профільний розподіл як рівномірно-аккумулятивний. Зрошення ґрунтів може викликати тенденцію перерозподілу

деяких елементів у шарі 0-50 см. Впливу зрошення на валовий вміст мікроелементів у більш глибоких шарах ґрунту не спостерігалось.

ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ВМІСТУ ТА РОЗПОДІЛУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТАХ УКРАЇНИ

Картосхеми валового вмісту мікроелементів у ґрунтах України (Рис. 10-22) та зведені в таблиці 21 дані дали можливість встановити закономірності у розподілі мікроелементів у ґрунтовогому покриві .

Вміст більшості мікроелементів (Zn, Cu, Co, Mo, Cr, V, Ni, B, Sr) у ґрунтах закономірно підвищується від Полісся до Лісостепу й Степу. Як виключення відмічено зменшення вмісту Fe і Ti у відзначеному напрямку. Високий рівень вмісту мікроелементів у ґрунтах Лісостепу та Степу забезпечується за рахунок лесів, які виступають у цих зонах основною ґрунтотворною породою а також за рахунок умов ґрунтоутворення, що склалися. Тип водного режиму, карбонатність ґрунтотворних порід, забезпеченість ґрунтів гумусом з перевагою в його складі малорухомих гумінових кислот, насиченість основами обумовлюють акумуляцію мікроелементів в основних ґрунтах Лісостепу й Степу.

Вміст мікроелементів у ґрунтах Донбасу близький до Лісостепу але дещо нижчий за їхній вміст у ґрунтах Степу. Це бор, хром, стронцій, мідь і цинк. Кількість титану збільшилась майже вдвічі, більш високий вміст також заліза, кобальту й молібдену.

Ґрунти степового Криму збагачені на цинк, марганець, мідь, кобальт, хром, ванадій і нікель.

Аномально високий вміст окремих мікроелементів виявлено в ґрунтах Передкарпаття, Карпат і Закарпаття.

КОБАЛЬТ

У ґрунтах кобальт присутній у двох- та трьохвалентній формах. Двохвалентний кобальт легко мігрує у складі розчинів у вигляді хлоридів, сульфатів і бікарбонатів, але в ґрунтах Co^{2+} швидко переходить у Co^{3+} , який зв'язується у нерухомі форми органічною речовиною. Виходячи зі здатності кобальту змінювати валентність, його рухомість залежить від окисно-відновлювальних умов і зворотнопропорційна рН ґрунту, тобто з підвищенням рН зменшується. Підвищення рН з 5,8 до 7,2 зменшує засвоюваність кобальту вдвічі. Тобто за Ковальським [32] у Поліссі ми спостерігаємо вміст кобальту на рівні нижньої порогової межі, де його кількість зменшується до 2,5 мг/кг ґрунту, а у ґрунтах Карпат – до верхньої - 40-76 мг/кг.

У ґрунтовому покриві України вміст і розподіл кобальту залежить від його запасів у ґрунотворній породі, кислотно-лужних умов, рівня окисно-відновлювального потенціалу, кількості та якості гумусу.

Як свідчать дані таблиці 7, вміст кобальту у ґрунотворних породах Полісся найнижчий - 2,8-11 мг/кг ґрунту, що у поєднанні з високим рівнем кислотності, низьким вмістом органічної речовини і промивним типом водного режиму обумовлює низький вміст цього елемента в ґрунтах, який коливається від 3,8 мг/кг у Західному районі провінції до 11 мг/кг у Лівобережному.

Зона Лісостепу в цілому характеризується високими рівнями вмісту кобальту в ґрунтах. Середній вміст цього елемента тут коливається в межах 14-21 мг/кг ґрунту, але сірі лісові і темно-сірі опідзолені ґрунти характеризуються нижчою кількістю кобальту, ніж чорноземи.

Ґрунти Лівобережного Лісостепу, за виключенням піщаних терас Дніпра та його приток, мають високі запаси кобальту - 15-25 мг/кг ґрунту. У зоні Степу вміст і розподіл кобальту в чорноземах звичайних близький до чорноземів Лісостепу. Кількість кобальту в цих ґрунтах стабільна і в середньому становить близько 15-17 мг/кг ґрунту. Деяке зниження вмісту цього елемента спостерігається в чорноземах південних (до 8-15 мг/кг ґрунту). У ґрунтах Донбасу найбільший вміст кобальту виявлено в чорноземах звичайних - до 30-36 мг/кг ґрунту, а в середньому - 23 мг/кг. Ґрунти Криму також характеризуються високим рівнем вмісту кобальту.

У Карпатській зоні середній вміст кобальту в ґрунтах близький до Лісостепу, але в дерново-буроземних ґрунтах Закарпаття його кількість падає до 5 мг/кг ґрунту (Рис. 10).

МІДЬ

Мідь у ґрунтах, як правило, представлена у двохвалентній формі, їй притаманна висока міграційна здатність у кислому середовищі, однак при дуже високому рівні кислотності вона закріплюється органічними речовинами ґрунтів. У лужному середовищі мідь закріплюється у важкодоступній формі у вигляді комплексних органо-мінеральних сполук.

Диференціація ґрунтового покриву України за вмістом міді пов'язана зі зміною кислотно-лужних умов, водного режиму, гранулометричного складу ґрунтів, кількості і якості гумусу.

Враховуючи реакцію середовища, гранулометричний склад і вміст гумусу, ґрунти Полісся за кількістю міді можна охарактеризувати як дефіцитні, її вміст тут знаходиться у межах 1-6 мг/кг ґрунту.

У зоні Лісостепу вміст міді значно вищий, але її розподіл у ґрунтовому покриві зони нерівномірний. Так, у Західному Лісостепу виділяється ряд районів із меншими запасами міді в ґрунтах.

Ґрунти західних районів провінції у зв'язку з промивним типом водного режиму, легким гранулометричним складом, проявленням кислотності та лабільністю органічної речовини вміщують міді менше, ніж інші ґрунти зони, у межах 14-17 мг/кг ґрунту. Підвищеним вмістом міді в цих районах

характеризуються органогенні торфові ґрунти, в яких утворюються малорухомі органо-мідні комплекси.

Зміна гранулометричного складу ґрунту в бік поважчення, збільшення вмісту органічної речовини та зменшення кислотності веде до збільшення вмісту міді в середньо- та важкосуглинкових ґрунтах (до 30-40 мг/кг).

У ґрунтах зони Степу з важким гранулометричним складом, нейтральною та слабколужною реакцією середовища, непромивним типом водного режиму вміст міді підвищується максимум до 54-64 мг/кг ґрунту. В основному це стосується залишково-солонцюватих і солонцюватих ґрунтів. У чорноземах звичайних і південних вміст міді коливається в межах 20-24 мг/кг ґрунту. В чорноземах на безкарбонатних породах вміст міді падає в середньому до 15 мг/кг.

Таблиця 21 - Регіональні кларки мікроелементів для ґрунтів України (мг/кг ґрунту)

Регіони України		Елементи та їх кларки за Виноградовим												
		Fe- 38000	Ti- 4600	Pb- 12	Zn- 50	Mn- 850	Cu- 20	Co- 8	Mo- 2.6	Sr- 300	Cr- 200	V- 100	Ni- 40	B 12
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
По-лісся	Лівобережне	<u>19847</u> 8500-43000	<u>3651</u> 2000-7700	<u>11</u> 6-20	<u>48</u> 10-96	<u>485</u> 100-1400	<u>8</u> 4-19	<u>9</u> 3-19	<u>3</u> 2-4	<u>123</u> 80-200	<u>33</u> 18-58	<u>14</u> 9-28	<u>11</u> 9-15	<u>9,2</u> 6-15,8
	Правобережне	<u>18328</u> 5000-50000	<u>3092</u> 2000-5600	<u>13</u> 6-25	<u>37</u> 9-57	<u>451</u> 160-1400	<u>8</u> 3-20	<u>10</u> 7-20	<u>2</u> 1,5-5	<u>121</u> 90-250	<u>37</u> 20-56	<u>15</u> 9-28	<u>11</u> 9-15	<u>5,7</u> 1,5-9,7
	Західне	<u>12055</u> 8000-27000	<u>3585</u> 2000-6000	<u>11</u> 8-15	<u>38</u> 8-61	<u>185</u> 75-700	<u>6</u> 1,4-17	<u>9</u> 2,5-14	<u>2,2</u> 1,5-3	<u>141</u> 80-520	<u>48</u> 23-67	<u>17</u> 8-29	<u>13</u> 9-21	<u>6,7</u> 4-17
Лісостеп		<u>13778</u> 7000-28000	<u>2718</u> 1000-6000	<u>11</u> 8-15	<u>52</u> 20-90	<u>735</u> 240-3000	<u>20</u> 10-48	<u>17</u> 8-40	<u>2,8</u> 0,9-6,3	<u>119</u> 52-250	<u>51</u> 10-100	<u>52</u> 16-201	<u>26</u> 10-80	<u>15,0</u> 5-38
Степ		<u>19974</u> 12000-40000	<u>2631</u> 2000-3600	<u>13</u> 10-15	<u>62</u> 33-100	<u>670</u> 200-1600	<u>27</u> 10-64	<u>16</u> 8-27	<u>3,8</u> 2,9-5,6	<u>142</u> 100-200	<u>85</u> 40-150	<u>68</u> 42-130	<u>25</u> 19-40	<u>23</u> 13-44
Донбас		<u>27492</u> 10000-50000	<u>4588</u> 1500-11000	<u>13</u> 10-30	<u>55</u> 34-80	<u>534</u> 120-1300	<u>22</u> 9-39	<u>20</u> 10-36	<u>5,8</u> 2,8-7,2	<u>128</u> 59-280	<u>48</u> 25-100	<u>66</u> 32-130	<u>20</u> 10-49	<u>14,5</u> 10-31

Продовження таблиці 21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Крим	степ	<u>27500</u> 20000- 40000	<u>3067</u> 1500- 4300	10	<u>69</u> 40- 190	<u>846</u> 520- 1100	<u>31</u> 12-47	<u>24</u> 10- 30	<u>2,8</u> 2,0- 3,8	<u>112</u> 30-300	<u>96</u> 40- 156	<u>119</u> 33- 120	<u>53</u> 10- 59	Не визн.
	гори	Не визн.	Не визн.	Не визн.	60	933	83	27	Не визн.	Не визн.	Не визн.	253	53	Не визн.
Карпа ти	Перед карпат тя	Не визн.	<u>8938</u> 3340- 20000	<u>67</u> 32- 168	<u>85</u> 60- 145	<u>554</u> 200- 1575	<u>34</u> 15-76	<u>18</u> 11- 30	<u>1.6</u> 0.8-3	Не визн.	<u>103</u> 41- 150	<u>107</u> 50- 237	<u>39</u> 20- 92	Не визн.
	гори**	Не визн.	<u>11556</u> 3100- 32800	<u>113</u> 39- 230	<u>67</u> 45-98	<u>1067</u> 500- 3700	<u>22</u> 10-40	<u>18</u> 9-40	<u>2.2</u> 1.0- 5.2	<u>141</u> 126- 147	<u>109</u> 60- 160	<u>82</u> 46- 126	<u>29</u> 8-44	Не визн.
	Закар- паття ***	Не визн.	<u>8378</u> 1872- 20000	<u>67</u> 23- 141	<u>89</u> 45- 237	<u>716</u> 375- 1365	<u>20</u> 5-76	<u>18</u> 5-32	<u>1.1</u> 0.4- 2.6	Не визн.	<u>89</u> 30- 282	<u>100</u> 49- 302	<u>30</u> 13- 110	Не визн.

* Над ризкою - середній вміст елемента, під ризкою - коливання вмісту (фондові матеріали ПА ім. О.Н. Соколовського)

** - Дані Б.І. Ракочія [13]

*** - Дані М.М. Приходько [14]

У дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтах Передкарпаття вміст міді досягає 76 мг/кг ґрунту, при середньому вмісті 34 мг/кг. Слід зауважити, що розподіл міді по ґрунтово-кліматичних зонах України, як і інших мікроелементів, залежить також від її вмісту у ґрунотворній породі (табл. 7, рис. 11).

СВИНЕЦЬ

За ГОСТ 17.4.1.02-83 свинець віднесено до першого (вищого) класу небезпеки [1]. Його вміст у ґрунтах України в основному відповідає 8-12 мг/кг ґрунту і також тісно пов'язаний із вмістом у ґрунотворних породах, який коливається в межах від 9 мг/100 г у піщаних відкладеннях до 90 мг/кг ґрунту в елювії-делювії флішу (табл. 7, рис. 12).

У Лісостепу деяке підвищення вмісту свинцю приурочено до солонцюватих ґрунтів Полтавської області, а в Донбасі - до залягання чорноземів звичайних. Як і попередній елемент, найвищим вмістом свинцю характеризуються ґрунти Карпатської зони (Передкарпаття, Карпати й Закарпаття), його кількість в окремих ґрунтах Карпат досягає 240 мг/кг ґрунту, що майже у вісім разів перевищує його ГДК і в чотири рази ОДК. Тобто у цій зоні потрібний контроль за вмістом цього елемента в рослинах, які використовують на корм тваринам та споживаються людиною.

ТИТАН

З ґрунотворних порід (табл. 7) найменший вміст титану в піщаних флювіогляціальних відкладах - 1433 мг/кг ґрунту, у супіщаних відкладах і супіщаній та карбонатній морені його вміст підвищується до 4375-4771 мг/кг, що навіть вище за його вміст у лесах, а найбільший вміст елемента приурочений до давньої строкато- та червонокольорової кори вивітрювання Карпат - 28210 мг/кг ґрунту. Тобто різниця між вмістом титану у ґрунотворних породах досягає 10 разів.

Вміст цього елемента в ґрунтовому покриві України в основному повторює його кількості в ґрунотворних породах (рис. 13). У Поліссі вміст титану вищий у дерново-підзолистих оглеєних, глинисто-піщаних ґрунтах, це західне та частина Правобережного Полісся - 3-5 г/кг ґрунту. У дерново-підзолистих піщаних ґрунтах його вміст значно нижчий - 1-3 г/кг ґрунту. У ґрунтах Лісостепу та Степу кількість титану близька до піщаних ґрунтів Полісся, але в чорноземах типових та звичайних його вміст підвищується до 3-5 г/кг ґрунту, подальше підвищення його вмісту спостерігаємо в чорноземах звичайних середньогумусних півночі Донбасу.

ЗАЛІЗО

Вміст заліза (рис. 14) коливається в широких межах - від 15 до 30 г/кг ґрунту. Найнижча його кількість зафіксована в дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Полісся, темно-сірих опідзолених ґрунтах та чорноземах опідзолених Правобережного та Західного Лісостепу. У Західному Поліссі підвищений вміст заліза приурочений до залягання дерново-підзолистих оглеєних, а у Правобережному Поліссі - до лучних та лучно-болотних ґрунтів. У більшій частині Лісостепу розподіл заліза

рівномірний, його вміст тут коливається в межах 15-22 г/кг ґрунту. У Степу, за виключенням чорноземів звичайних мало- та середньогумусних і темно-каштанових ґрунтів, вміст заліза підвищується до 22-29 г/кг ґрунту. Подальше підвищення вмісту цього елемента відмічено в ґрунтах Донбасу.

МАРГАНЕЦЬ

Марганець відноситься до елементів із високою контрастністю міграції. В умовах лужного середовища і високого значення окисно-відновного потенціалу Mn^{2+} легко окислюється до Mn^{4+} , сполуки якого важкорозчинні. В кислому середовищі марганець переходить у ґрунтовий розчин і легко мігрує.

Висока зволоженість і відновлювальні умови, які характеризують більшість природних ландшафтів Полісся, обумовлюють високу рухомість марганцю. На переважно більшій території провінції марганець не зустрічає на шляхах міграції фізико-хімічних бар'єрів. Його накопичення у верхніх гумусових горизонтах ґрунтів Полісся носить реліктовий характер.

У ґрунтовому покриві Полісся велику питому вагу мають дерново-підзолисті супіщані ґрунти. Вміст марганцю в них мінімальний - 200-400 мг/кг ґрунту, тобто на межі нижньої границі порогової концентрації (табл. 2).

Значна біологічна акумуляція цього елемента в Поліссі відмічається в сірих лісових та лучних ґрунтах.

У Лісостепу переважають ґрунти з нейтральною та слабкокислою реакцією середовища, більш високим вмістом гумусу й наявністю карбонатів, що в значній мірі обмежують міграцію марганцю і сприяють його накопиченню. Середній вміст марганцю в ґрунтах Лісостепу складає 735 мг/кг (Рис. 15). Характер його розподілу в ґрунтах окремих фізико-географічних провінцій та геоморфологічних областей пов'язаний із ступенем проявлення факторів, які визначають міграцію марганцю та його накопичення.

Основними районами накопичення марганцю у Лісостепу України є її центральна частина, південні й південно-східні ландшафти зони. В перших акумуляція марганцю пов'язана з накопиченням його в минулому в лісовому опаді. У других - факторами, які забезпечують накопичення марганцю в ґрунтах є відносна сухість клімату та високий рівень гумусованості у поєднанні з підвищеним рН ґрунтового розчину.

Природні умови північних та північно-західних районів Лівобережного Лісостепу обумовлюють міграцію марганцю та збідненість ним ґрунтового покриву.

У зоні Степу розподіл марганцю більш-менш рівномірний. Ґрунтовий покрив тут представлений ґрунтами з нейтральною або слабколужною реакцією середовища, високим вмістом гумусу, наявністю карбонатів і непромивним водним режимом. Як ми бачили вище, всі ці фактори сприяють акумуляції марганцю в ґрунтах. При середньому вмісті цього елемента 457-697 мг/кг підвищення його накопичення

спостерігається у чорноземах залишково-солонцюватих та каштанових солонцюватих ґрунтах - 1042-1055 мг/кг ґрунту.

У Донбасі найнижчий вміст марганцю виявлено у чорноземах на піщаній безкарбонатній породі - 120-420 мг/кг ґрунту.

В Карпатах при середньому вмісті марганцю 1007 мг/кг ґрунту максимум його накопичення досягає 3700 мг/кг.

Аналогічні закономірності в розподілі марганцю в ґрунтах України спостерігали Л.Д. Лендяньська й О.Т. Онопрійчук [15], але у зв'язку з визначенням його іншими методами абсолютні значення вмісту марганцю нижчі.

Виходячи з усередненого вмісту марганцю, його кількість у Лісостепу, Степу, Донбасі, Криму і Карпатах оптимальна, але в окремих ґрунтах зменшується до 120-200 мг/кг, що набагато нижче нижньої порогової межі.

ЦИНК

Розподіл цинку в ґрунтовому покриві України залежить, у першу чергу, від кислотно-лужних умов ґрунтового розчину та вмісту в ґрунтотворних породах.

Рівень вмісту цинку у Поліссі визначається його концентрацією у ґрунтотворних породах. На значній частині території Правобережного Полісся ґрунтотворну товщу підстилають граніти з вмістом цинку 58-60 мг/кг. Вони і визначають підвищений порівняно із Західним Поліссям рівень потенційних запасів цинку. На загальному фоні більш рівномірним розподілом та меншими запасами цинку виділяються дерново-підзолисті оглеєні ґрунти на флювіогляціальних піщаних відкладах міжріччя річок Прип'яті та Тетерева. Накопичення цинку спостерігається частіше за все у підпорядкованих гідроморфних ландшафтах і при наявності геохімічних бар'єрів. У багатьох ґрунтах Полісся вміст цинку набагато нижчий нижнього порогового рівня (табл. 2).

Рівень концентрації цинку у Лісостепу й Степу визначається його високим вмістом у лесах, а відхилення від загального фону пов'язані з впливом ґрунтотворних порід. У ландшафтах водно-льодовикових і алювіальних рівнин, які зустрічаються у межах Волинської височини та Придніпровської низини материнськими породами виступають бідні на цинк піщані та супіщані відклади. Великий вплив на вміст цинку в ґрунтах має характер рослинності, при цьому інтенсивна акумуляція цинку відбувається в лісовому опаді.

Максимальний вміст цинку - 237 мг/кг ґрунту, що значно вище верхнього порогового рівня, виявлено в лучних і лучно-буроземних ґрунтах на елювіальних відкладах у Закарпатті. У свій час Е.В. Рудакова і З.І. Кабанова [16] також встановили, що мінімальним вмістом цинку характеризуються дерново-підзолисті супіщані ґрунти, а максимальним - ґрунти Закарпаття (рис. 16).

БОР

За фізико-хімічними властивостями бор відрізняється від мікроелементів родини заліза і це визначає особливості його геохімічної міграції. Бор рухомий в широкому інтервалі рН, він мігрує і в кислому і в лужному середовищі, його акумуляція пов'язана з вмістом органічної речовини й присутністю кальцію та створенням комплексних сполук із гідроксилами алюмінію та заліза при відповідних значеннях рН.

В умовах Полісся, де при формуванні ґрунтоутворних порід мав місце багаторічний вплив льодовикових вод, надмірне зволоження, кисла реакція середовища, легкий гранулометричний склад ґрунтів, міграційна здатність бору дуже висока. У ґрунтах Полісся накопичення бору спостерігається, як правило, в підпорядкованих ландшафтах. Акумуляція бору тут відбувається за рахунок створення комплексних сполук бору з карбонатами кальцію, магнію, барію, калію й натрію. Таке накопичення бору в Поліссі зустрічається на масивах торфово-болотних та лучних ґрунтів, а також на сильно оглеєних і дерново-карбонатних ґрунтах.

Всі перелічені фактори в цілому визначають низький рівень вмісту бору в ґрунтах Полісся, який дорівнює в середньому 8 мг/кг ґрунту, хоча в окремих ґрунтах вміст цього елемента зменшується до 1,5 мг/кг, що нижче навіть нижньої порогової концентрації.

Розподіл бору в ґрунтах Лісостепу також відповідає геохімічним обставинам окремих провінцій. Середній вміст бору в ґрунтах Волинської височини - 6-12 мг/кг, Подільської височини і Дністровсько-Дніпровської Лісостепової провінції - 12-18 мг/кг. У ґрунтах Лівобережного Лісостепу більша частина ґрунтів вміщає 6-12 мг/кг бору і лише в ґрунтах східної провінції 12-18 мг/кг ґрунту.

У ґрунтах зони Степу кількість бору дещо вища за Лісостеп, особливо в солонцюватих ґрунтах, за виключенням чорноземів, які сформувались на піщаних сланцях, де вміст бору складає 10-11 мг/кг ґрунту (рис. 17).

СТРОНЦІЙ

Важливість вмісту цього елемента в ґрунтах пояснюється зв'язком захворювань ендемічними захворюваннями щитовидної залози й зоба. Установлено, що при дуже низькому вмісті стронцію в ґрунтах (до 30 мг/кг ґрунту) розвиваються вищеназвані хвороби. Але в той же час висока концентрація стронцію веде до виникнення захворювання, назва якого - стронцієвий рахіт.

У ґрунтах України вміст цього елемента коливається в межах 30-520 мг/кг ґрунту.

У Поліссі максимальний вміст стронцію виявлено в дерново-підзолистих оглеєних ґрунтах Західної провінції - до 520 мг/кг. Середній вміст цього елемента тут також вищий за Правобережну й Лівобережну провінції - 141 мг/кг ґрунту (табл. 8-10).

У Лісостепу мінімальний вміст стронцію спостерігається в чорноземах типових малогумусних, світло-сірих і сірих лісових ґрунтах.

При переході до темно-сірих опідзолених ґрунтів, чорноземів опідзолених, типових середньогумусних, вміст стронцію підвищується до 119 мг/кг. У групу із середнім вмістом стронцію входять і чорноземи звичайні мало- і середньогумусні та чорноземи і дерново-карбонатні ґрунти на елювії карбонатних порід. В цілому в Лісостепу та Степу простежується закономірність підвищення вмісту цього елемента з півночі на південь. В Донбасі мінімальний вміст стронцію виявлено в лучно-чорноземних глибокосолонцюватих ґрунтах та в щебенюватих ґрунтах на елювії безкарбонатних порід.

Підвищення кількості стронцію відмічено і в чорноземах південних степового Криму - в середньому до 184 мг/кг ґрунту (рис. 18).

МОЛІБДЕН

Розподіл молібдену в ґрунтовому покриві України строго зональний, хоча великих коливань між середнім вмістом елемента у ґрунтах окремих зон не відмічено (Рис. 19).

В Поліссі між Західною й Правобережною провінціями різниці у вмісті молібдену практично немає - 2,0-2,2 мг/кг ґрунту. В Лівобережному Поліссі вміст цього елемента збільшується до 3 мг/кг, хоча навіть між окремими ґрунтами коливання у вмісті невеликі.

Ненабагато підвищується вміст молібдену і в ґрунтах Лісостепу (у середньому 2,8 мг/кг), та Степу (3,8 мг/кг). Деяке збільшення вмісту молібдену (до 5,8 мг/кг ґрунту) виявлено в ґрунтах Донбасу. У ґрунтах Криму вміст молібдену близький до його вмісту у Степу: чорнозем південний - 3,2-4,0 мг/кг, каштанові солонцюваті і солонці - 2,4-3,2 мг/кг.

Різке зменшення кількості даного елемента відмічено в ґрунтах Карпатської зони - 1,1 мг/кг у Закарпатті, 1,6 мг/кг - у Передкарпатті і 2,2 мг/кг ґрунту в Карпатах.

ХРОМ

Коливання вмісту хрому в ґрунтах України дуже велике - від 18 мг/кг в окремих ґрунтах Полісся до 282 - у ґрунтах Закарпаття (Рис. 20). З вмістом хрому в ґрунтах пов'язане розповсюдження деяких хвороб. Так, за даними А.Т. Гончарова в районах із розповсюдженим захворюванням ендемічним зобом хрому в ґрунтах у три рази менше, ніж у ґрунтах, де цієї хвороби не було [17].

У Поліссі невеликі коливання вмісту хрому в окремих ґрунтах, більша кількість цього елемента відповідає ґрунтам Західної провінції - 48 мг/кг, і менша - Лівобережній - 33 мг/кг.

У ґрунтовому покриві Лісостепу кількість хрому підвищується ненабагато, в середньому до 51 мг/кг, хоча коливання його вмісту досить великі - 10-100 мг/кг. Мінімальний вміст хрому 10 мг/кг виявлено в окремих виділах темно-сірого опідзоленого ґрунту, а максимальне - 100 мг/кг - у чорноземі опідзоленому середньосуглинковому. В середньому коливання вмісту хрому в Лісостепу невелике - від 35 до 78 мг/кг.

У ґрунтовому покриві Степу України кількість хрому збільшується, в середньому до 85 мг/кг, із коливанням від 40 до 150 мг/кг. Коливання

середнього вмісту даного елемента між окремими ґрунтами невеликі - від 68 мг/кг у каштанових солонцюватих ґрунтах до 111 мг/кг - у чорноземі звичайному середньогумусному. Вміст хрому у ґрунтах Донбасу зменшується до 48 мг/кг у середньому, а мінімальний вміст - 29 мг/кг виявлено у чорноземах і дернових карбонатних ґрунтах на елювії карбонатних порід.

Високий рівень вмісту хрому виявлено в ґрунтах степової частини Криму і Карпатській зоні.

ВАНАДІЙ

Вміст і розподіл ванадію в ґрунтах України в деякій мірі повторює його вміст у ґрунтоутворних породах і збільшується від флювіогляціальних відкладень до лесів Лісостепу, Степу та алювіальних відкладів Карпатського регіону (табл. 7). Найбільш збагаченою ванадієм ґрунтоутворною породою в Україні є елювій-делювій флішу та давні строкато- та червонокольорові кори вивітрювання Карпат - 118-190 мг/кг ґрунту при 22-28 мг/кг у флювіогляціальних відкладеннях.

У ґрунтах Полісся вміст ванадію близький, в середньому від 8 до 29 мг/кг ґрунту, але слід підкреслити, що вищі значення характерні для торфово-болотних та оглеєних видів.

В Лісостепу та Степу України кількість ванадію 52-68 мг/кг ґрунту, при коливанні в межах 16-201 та 42-130 мг/кг відповідно.

У Лісостепу найвищий вміст ванадію в чорноземах типових малогумусних важкосуглинкових - до 201 мг/кг при 100 мг/кг ґрунту в середньому з 11 зразків.

У Степу більш збагачені ванадієм чорноземи звичайні різного ступеня гумусованості та гранулометричного складу. У чорноземах південних вміст ванадію дещо знижується.

У Донбасі найбільш високим вмістом ванадію виділяються чорноземи і дернові щебенюваті ґрунти на елювії щільних безкарбонатних порід, чорноземи солонцюваті на важких глинах та лучні солонцюваті ґрунти із середнім вмістом відповідно 84, 79 та 73 мг/кг ґрунту.

У ґрунтах степової частини Криму найбільший вміст ванадію виявлено в каштанових ґрунтах і чорноземах південних - на рівні їхніх аналогів Степу.

Стійке підвищення вмісту ванадію виявлено також у ґрунтах Карпатської зони - у Передкарпатті - 107 мг/кг, гірській зоні - 82 мг/кг і в Закарпатті - 100 мг/кг ґрунту.

В цілому у ґрунтовому покриві України кількість ванадію збільшується з півночі на південь, що чітко простежується на картосхемі (рис. 21).

НІКЕЛЬ

Розподіл нікелю в ґрунтовому покриві України підпорядкований розподілу території на ґрунтово-кліматичні зони (рис. 22).

На картосхемі чітко простежується поступове збільшення вмісту цього елемента з півночі на південь.

У Поліссі середній вміст нікелю 11-13 мг/кг ґрунту з коливанням у межах 9-15 мг/кг. Більш високі показники характерні для ґрунтів Західного Полісся - до 13-15 мг/кг ґрунту.

В Лісостепу збагаченість нікелем всіх ґрунтів значно збільшилася, його середній вміст тут досягає 21-36 мг/кг ґрунту з коливанням від 10 до 80 мг/кг.

У світло-сірих, сірих лісових та темно-сірих опідзолених ґрунтах вміст нікелю нижчий ніж у чорноземах опідзолених.

У Степовій зоні вміст нікелю в ґрунтах досить рівномірний - від 24-29 мг/кг у чорноземах звичайних до 25-28 мг/кг у темно-каштанових та каштанових солонцюватих ґрунтах.

Строкатість ґрунтового покриву Донбасу відіграє вирішальну роль і у розподілі нікелю, вміст якого залежить від його кількості в ґрунтоутвірній породі. Так, чорноземи, які сформувалися на піщаних безкарбонатних породах, на елювії карбонатних і щільних безкарбонатних порід, вміщують нікелю в середньому 12-15 мг/кг, а на лесах - 22-30 мг/кг ґрунту.

В чорноземах південних Криму кількість нікелю близька до аналогічних ґрунтів Степу України - 30 та 29 мг/кг відповідно.

У зоні Карпат вміст нікелю в ґрунтах коливається в середньому від 15 мг/кг у буроземно-підзолистих, до 47 мг/кг - в лучних і лучно-буроземних ґрунтах. Але найбільш розповсюджені в Передкарпатті - дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти містять 30 мг/кг нікелю, у Карпатах - бурі гірсько-лісові та дерново-буроземні - 29-32 мг/кг і у Закарпатті дернові опідзолені й оглеєні їхні види - 34 мг/кг ґрунту. Тобто основні ґрунти і в цій зоні містять близьку кількість нікелю.

ГРУНТОВО-ГЕОХІМІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ЗА ПРИРОДНИМ (ФОНОВИМ) ВМІСТОМ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

Узагальнюючи одержану інформацію слід підкреслити, що вище наведено не тільки середній вміст мікроелементів в орному шарі ґрунтового покриву України в цілому, але визначено і характерні для головних ґрунтів окремих ґрунтово-кліматичних зон межі варіювання вмісту мікроелементів. На думку В.А. Ковди та ін. [8] дані про варіювання і середній вміст мікроелементів у головних ґрунтах слід називати даними про "еталонний вміст" мікроелементів. Наявність визначеного еталонного вмісту мікроелементів в основних ґрунтах, за їх виразом, дозволить точніше визначити регіони з надлишком або нестачею окремих мікроелементів і встановити їх зв'язок із захворюванням людини, тварин і рослин. Враховуючи сталу родючість чорнозему, ці автори рекомендували за еталон прийняти вміст мікроелементів у чорноземі Курської області і в подальшому при геохімічному районуванні мікроелементів у різних ґрунтах порівнювати з їх вмістом у чорноземі.

Першою спробою геохімічного районування території України була робота Л.П. Головіної, М.М. Лисенко і Г.М. Олександрової [30], основою якої було порівняння середнього вмісту мікроелементів у ґрунтах України з їх кларком за А.П. Виноградовим. Але ми вважаємо, що в межах України районування буде точнішим, якщо за еталон прийняти (за Ковдою) чорноземи з оптимальним показниками родючості, включаючи і вміст мікроелементів. На нашу думку, таким еталоном може бути чорнозем типовий середньогумусний Граківського дослідного поля, яке розташоване в Чугуївському районі Харківської області (табл. 22).

Таблиця 22 - Валовий вміст мікроелементів у чорноземі типовому середньогумусному потужному Граківського дослідного поля, мг/кг ґрунту

Елемент	Fe	Ti	Pb	Zn	Mn	Cu	Co	Sr	Cr	Ni
Кларк за Виноградовим	30000	4600	10	50	850	20	8	300	200	40
Валовий вміст	30260	2474	15	54	1017	20	13	199	62	34

Порівнюючи вміст мікроелементів у чорноземі (еталон) із їх кларком за А.П. Виноградовим, ми бачимо, що за вмістом окремих елементів різниця досягає 200 % (Cr), а вміст інших практично однаковий (Cu). Порівняння вмісту мікроелементів у ґрунтовому покриві окремих ґрунтово-кліматичних зон з еталоном дозволило поділити територію України на 5 районів і 9 підрайонів, що на один підрайон більше, ніж у порівнянні з кларком А.П. Виногорова [30] (рис. 38).

Перший район розташований на півночі України і територіально відповідає зоні Полісся. Зональні ґрунти і ґрунтоутворюючі породи характеризуються низьким вмістом МЕ. Валовий вміст заліза, свинцю,

хрому, нікелю в ґрунтах в 1,2-3 рази, марганцю, кобальту й міді - в 1,1 -7,8 рази менший за еталонний. Вміст стронцію коливається від 50 до 110 % від еталонного, а титану - в 1,2 - 2 рази від нього вищий.

Другий район - Лісостепова та Степова зони (без Донбасу). Рівень мікроелементів у ґрунтах вищий, ніж у першому районі. Ґрунт, який прийнято за еталон порівняння, належить до цього району. Валовий вміст окремих елементів (титан, цинк, марганець, кобальт, мідь, хром) у ґрунтах району відрізняється несуттєво.

У межах району, на відміну від Л.П. Головіної [30], виділено 2 підрайони. Перший підрайон - Правобережний Лісостеп. Для ґрунтів характерний набагато (в 2-3 рази) нижчий, ніж в еталонному, вміст заліза, марганцю, цинку, хрому, нікелю. У світло-сірих і сірих легкосуглинкових ґрунтах та чорноземах опідзолених легко- та середньосуглинкових вміст титану на 6-45 % нижчий, а у темно-сірих лісових середньосуглинкових ґрунтах та чорноземах опідзолених важкосуглинкових на 6-30 % вищий. Тобто спостерігається високе природне варіювання валового вмісту цього елемента в межах підрайону. Варіювання вмісту міді є меншим і складає від -6 до +20 % від еталонного.

Другий підрайон територіально відповідає Лівобережному Лісостепу й Степу та Правобережному Степу. Рівень вмісту більшості металів, за виключенням заліза, марганцю, стронцію та нікелю є стабільно ненабагато вищим від еталонного і варіює у відносно вузьких межах. Вміст заліза хоч і менший, ніж в еталонному ґрунті, але на 30-50 % перевищує вміст цього елемента у першому підрайоні. Розмах варіювання валового вмісту титану ще більший, ніж у Правобережному Лісостепу за рахунок різниці в його вмісті у чорноземах типових малогумусних легкосуглинкових (на 2-10 % менший за еталонний) та сірих і світлосірих середньо- і важкосуглинкових а також чорноземів типових середньогумусних важкосуглинкових, де вміст титану на 6-33 та 84 % відповідно вищий, ніж у чорноземі типовому Граківського дослідного поля.

У межах усього району досить стабільним є фоновий вміст стронцію (на 30-45 % нижчий за еталонний), за поодинокими виключеннями (чорноземи опідзолені легкосуглинкові, чорноземи типові середньогумусні важкосуглинкові), нікелю (на 20-30 % нижчий від еталона) та хрому й кобальту, вміст яких варіює від +25 до -25 % еталонного.

Третій район - це східна частина України - Донбас. За геологічною структурою він відрізняється від інших районів Степу особливою геохімічною ситуацією. Для ґрунтів району характерний підвищений вміст титану, свинцю, цинку, міді, кобальту, хрому. За валовим вмістом мікроелементів територію Донбасу умовно поділено на три підрайони.

Перший підрайон включає північну частину провінції Лівобережного Степу (у межах Донбасу). та Задонецький Степ, де переважають чорноземи звичайні глибокі і середньогумусні важкосуглинкові й глинисті. Для цих ґрунтів характерний підвищений, порівняно з еталонним, вміст цинку, міді, кобальту. Вміст хрому тут є

найвищим на Донбасі і в 1,3-1,5 раза перевищує еталонний. Вміст заліза, у свою чергу, є найнижчим - у 1,3-1,4 раза меншим за еталонний.

У другий підрайон входить південна частина території Донбасу (складова частина провінції Лівобережно-Дніпровської північної), східна частина Приазовської височини та Приазовська берегова рівнина. У ґрунтовому покриві переважають чорноземи звичайні малогумусні на глинистих лесах, чорноземи звичайні середньогумусні на глинистих лесах, чорноземи звичайні неглибокі на важкосуглинкових лесах та чорноземи солонцюваті на важких глинах.

Ґрунтам властивий підвищений вміст титану, свинцю, цинку, міді, кобальту, хрому. Для чорноземів звичайних неглибоких на важкосуглинкових лесах характерний також підвищений валовий вміст марганцю.

Третій підрайон - це геоморфологічна область Донецького кряжу та ґрунтова провінція Степу Північного Донецького. Для нього характерна велика різноманітність літологічного складу ґрунтотворних порід і відповідно велика строкатість ґрунтового покриву. Переважають дернові щепенюваті ґрунти та чорноземи на елювії щільних безкарбонатних порід із підвищеним вмістом свинцю, цинку, міді, марганцю, кобальту та хрому.

Вміст нікелю та стронцію слабо коливається в межах всього району і за обома елементами є дещо нижчим за еталонний.

Четвертий район - Крим, територія якого включає степову та гірську території, кожна з яких має власну геохімічну характеристику. Тому район поділено на два підрайони.

Перший підрайон - степова частина Криму з поширенням чорноземів південних на лесах та чорноземно-лучних ґрунтів на лесовидних делювіальних суглинках. Для ґрунтів характерний підвищений вміст титану, цинку, кобальту й хрому та низький вміст заліза, марганцю, стронцію, нікелю.

Другий підрайон включає степову частину Криму з поширенням темно-каштанових ґрунтів, чорноземів на елювії карбонатних порід та гірську частину Криму. У всіх ґрунтах підрайону валовий вміст мікроелементів вищий, ніж в еталонному ґрунті, деяких елементів (наприклад, міді й хрому) у декілька разів.

П'ятий район - Карпати. Він поділяється на три підрайони.

Перший підрайон - Прикарпаття. Ґрунтовий покрив складається з дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтів. Поширені також дернові опідзолені ґрунти і буроземно-підзолисті на алювіальних покладах. Ґрунти підрайону характеризуються підвищеним порівняно з еталонним вмістом заліза, титану, свинцю. Нижчим за еталонний є вміст марганцю та стронцію. Вміст міді, кобальту, хрому та нікелю варіює в широких межах, але в середньому близький до еталонного.

Другий підрайон включає гірські Карпати. Тут переважають бурі гірсько-лісові щепенюваті ґрунти на елювії флішу та дерново-буроземні й гірські лучні ґрунти. Валовий вміст у ґрунтах та ґрунтотворних породах

заліза, титану, свинцю, марганцю, міді, цинку й кобальту значно вищий за еталонний, а стронцію й нікелю - дещо нижчий.

У ґрунтовому покриві Закарпаття - третього підрайону - переважають дернові опідзолені глейові та буроземно-підзолисті ґрунти на алювіальних покладах та елювії сланців. Вищим за еталонний у них є валовий вміст всіх мікроелементів, за виключенням марганцю та стронцію.

Жодний із розглянутих районів не слід вважати однорідним, вони розподіляються на підрайони, в яких комбінуються ознаки геохімічних районів за концентраціями елементів і їх співвідношеннями. Перехід одного геохімічного району в інший, як правило, поступовий, але іноді вони мають і чітко окреслені межі, що обумовлено властивостями зональних ґрунтів та ґрунтоутворних порід.

Районування території України дозволило виділити регіони з пониженим вмістом мікроелементів (Полісся) та підвищеним (гірські райони та передгір'я) відносно їх вмісту в еталонному ґрунті.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. ГОСТ 17.4.1.02.-83. Охрана природы. Почвы. Классификация загрязняющих веществ для контроля загрязнения.
2. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова. М.: "Наука". - 1985. - 263 с.
3. Виноградов А.П. Основные закономерности распределения микроэлементов между растениями и средой // Микроэлементы в жизни растений и животных. Изд-во АН СССР. - 1952.
4. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов. М: Изд-во АН СССР. - 1957.
5. Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР / Под ред. Власюка П.А. - Киев. "Наукова думка". - 1964. 296 с.
6. Важенин И.Г. Методические рекомендации по обследованию и картографированию почвенного покрова по уровням загрязненности почвенного покрова. М.: - 1987. - 27 с.
7. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах. Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.020-94. Госкомсанэпиднадзор России. М.: 1995.
8. Ковда В.А., Якушевская И.В., Тюрюканов А.Н. Микроэлементы в почвах Советского Союза. М.: Изд-во МГУ. - 1959. - 67 с.
9. Вернандер Н.Б. Агрогрунтові райони Українського Полісся // Агрохімія і ґрунтознавство. - Вип. 12. - С. 27-61.
10. Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Крупского Н.К., Полупана Н.И. - Киев.: "Урожай". - 1979. - 160 с.
11. Кисель В.Д., Кривоносова Г.М. Агрохимическая характеристика черноземов и каштановых почв степи // Агрохимическая характеристика почв СССР. Украинская ССР. - М.: Изд-во "Наука". - 1973. - С. 227-246.
12. Канивец В.И. Почвы Карпатской буроземно-лесной области // Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Крупского Н.К., Полупана Н.И. - Киев.: "Урожай". - 1979. - С. 119 - 137.
13. Ракочий Б.И. Микроэлементы в почвах Карпат // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. - Харьков. - 1974. - 20 с.
14. Приходько Н.Н. Важнейшие микроэлементы в почвах Закарпатской низины и Закарпатского предгорья // Автореферат дисс. канд. с.-х. наук. - Харьков. - 1973. - 23 с.
15. Ленденская Л.Д., Онопричук О.Т. Содержание марганца в почвах УССР / Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР. - Киев.: "Наукова думка". - 1964. - С. 7-39.
16. Рудакова Е.В., Кабанова З.И. Содержание цинка в почвах УССР / Содержание микроэлементов в почвах Украинской ССР. - Киев.: "Наукова думка". - 1964. - С. 40-76.
17. Гончаров А.Г. Содержание хрома в почвах и пищевых продуктах ТАССР и МАССР в связи с проблемой эндемического зоба // Сб. научных работ Казанского университета. - Вып. 1. - 1957.

18. Балюк С.А., Головина Л.П., Носоненко А.А. Тяжелые металлы в орошаемом земледелии Украины // Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах/ Материалы научно-практической конференции 21-24 декабря 1992 г. - М., 1994.- С. 66-71.
19. Литвинович А.В., Павлова О.Ю. Особенности диагностики техногенного загрязнения староорошаемых почв свинцом // Тез. Докл. 2 Съезда О-ва почвоведов, Санкт-Петербург, 27-30 июня, 1996, кн.1.-М., 1996.-С. 38-39.
20. Воротницкая И.Е., Соловьев В.А., Ягодин Б.А. Краткий обзор результатов исследований по проблемам микроэлементов в биологии за 1988 год // В кн. Микроэлементы в СССР. - Вып.31. -Рига.: Зинатне, 1990.- С. 70 - 82.
21. Ромащенко М.І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. - К.: Світ, 2000.- 114 с.
22. Мамонтов В.Т. Особенности почвообразовательных процессов и плодородия черноземов и каштановых почв при орошении. Обзорная информация. - М., 1990. - 78 с.
23. Коваленко В.Ю., Чабан В.І. та ін. Сучасний екологічний стан агроценозів Степу України // Агрохімія і ґрунтознавство, спец. випуск.-Ч.3.- Харків.- 1998.-С.86-87.
24. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. - М.: Издательство АН СССР, 1950.- 279 с.
25. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. - Новосибирск: Наука, 1991.- 151с.
26. Hargitail// Agrokem. es talajt.-1994.- v. 43.-N 1-2. - P. 67-80.
27. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат, 1987.- 142с.
28. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений. - К: Наукова думка, 1969.- 516 с.
29. Муха В.Д., Сулима А.Ф., Карпинец Т.В., Левшаков Л.В. Соотношение содержания тяжелых металлов в почве и почвообразующей породе как критерий оценки загрязненности почв // Почвоведение.-1998.-№10.- С.1265-1270.
30. Головина Л.П., Лысенко М.Н., Александрова А.М. Геохимический фон тяжелых металлов в почвах УССР // Химия в сельском хозяйстве. - № 2. - 1987. - С.52-54.
31. Ковальский В.В., Андрианова Г.А. Микроэлементы в почвах СССР. – М.: Изд-во «Наука», 1970. – 180 с.

