

УДК 631.416.9; 631.445.2

ВПЛИВ ОСОБЛИВОСТЕЙ СХИЛОВОГО ҐРУНТОУТВОРЕННЯ НА ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ТА РУХОМІСТЬ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ

А.В. Тертишна

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства
та агрохімії імені О.Н. Соколовського»*

Дослідження схилових ґрунтів опідзоленого ряду в умовах старобалочних систем Лівобережного Лісостепу виявило їх значну латеральну та радіальну диференціацію за вмістом міцнофіксованих і рухомих форм мікроелементів. Визначальним чинником цього є індивідуальні особливості гідротермічних умов різних схилів, що відображено у накопиченні органічної речовини, рівні глибини залягання карбонатів, кислотності тощо. Зокрема, у ґрунтах пологих схилів південно-східної експозиції внаслідок інтенсивної евапотранспірації карбонати можуть підійматись у верхню частину профілю, утворюючи тимчасові прошарки, що спричиняє різке зменшення рухомості мікроелементів. На крутих схилах переміщення карбонатів до поверхні не спостерігається, але біологічна акумуляція мікроелементів у верхньому шарі ґрунту послаблюється. Виявлено перерозподіл Cd, Zn, Cu, Mn і Fe в межах катени та їх накопичення у нижній частині пологих та крутих схилів. Просторова неоднорідність схилових ґрунтів потребує диференційованого ставлення до проведення їх агрохімічних та ґрунтово-екологічних обстежень.

Ключові слова: *схили, опідзолені ґрунти, ґрунтоутворення, мікроелементи, просторова неоднорідність.*

У різних фізико-географічних регіонах України 30–60% сільськогосподарських угіль розташовано на схилах, тому знання механізмів формування закономірностей просторової організації схилових ґрунтів має велике значення для їх раціонального використання [1]. Серед схилових ґрунтів виокремлюють як незмиті (ксероморфні) з природно слаборозвиненим профілем, так і змиті (еродовані) із втраченим верхнім найродючішим шаром ґрунту [2]. Через особливості перерозподілу води, тепла, речовин та ґрунтоформних порід схиловому ґрунтогенезу властиві свої, відмінні від плато, інтенсивність і перебіг основних ґрунтових процесів [2–5]. Це повною мірою відноситься й до формування мікроелементного складу цих ґрунтів як не-

від'ємної частини процесу схилового ґрунтоутворення.

Виявлення закономірних відмінностей у забезпеченні схилових ґрунтів фізіологічно необхідними мікроелементами дає змогу скоригувати в потрібному напрямі наукові рекомендації із застосування мікродобрив і тим самим підвищити їх ефективність і сприяти покращенню якості сільськогосподарської продукції [6]. Необхідність удосконалення оптимізації мікроелементного живлення рослин залежно від фізіологічних вимог онтогенетичного розвитку рослин, агрофону, геохімічних та ґрунтово-кліматичних умов обумовлено одним з актуальних завдань наукового забезпечення агровиробництва в Україні [7].

Мета дослідження — виявити закономірності впливу чинників і процесів схилового ґрунтоутворення на накопичення і

рухомість певних мікроелементів та важких металів у схилових ґрунтах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень було обрано ґрунти опідзоленого ряду на п'яти типових для ландшафтів Лівобережного Лісостепу старобалочних системах (три об'єкти на пологих (до 3°) схилах, інші два — на крутих схилах (до 20°)), які в сукупності достатньо репрезентативно характеризують різноманіття умов схилового ґрунтогенезу.

Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунті визначали згідно з ДСТУ 4770.1-9, міцнофіксованих (кислоторозчинних) форм — у 1н HCl атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі «Сатурн». У пробах ґрунту також визначали гранулометричний склад методом піпетки в модифікації Качинського згідно з ДСТУ 4730, загальний вміст гумусу — за Тюрнім згідно з ДСТУ 4289, рН_{сол.} згідно з ГОСТ 26483, вміст увібраних катіонів згідно з ГОСТ 26487 та ГОСТ 26950.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Виявлено, що посушливий кліматичний цикл, який спостерігається останніми роками, спричиняє появу нетипових прошарків накопичення водорозчинних карбонатів у

різних частинах пологих схилів. Це явище не може розглядатися як морфогенетична ознака ґрунтів, але, безумовно, має значний вплив на мікроелементне живлення рослин на схилових ґрунтах.

Попередні дослідження засвідчили, що ступінь диференціації вмісту мікроелементів за генетичними горизонтами зменшується в ряду від ясно-сірих до темно-сірих опідзолених ґрунтів, що зумовлено специфікою розподілу деяких глинистих мінералів за їхнім профілем [8]. Для схилових ґрунтів опідзоленого ряду додатковим чинником диференціації вмісту мікроелементів стає формування лужно-карбонатного бар'єра [9–10], глибина залягання якого відрізняється залежно від частин схилу. Завдяки інтенсивній евапотранспірації на схилах теплої експозиції карбонати можуть переміщуватись у верхню частину профілю, створюючи тимчасові прошарки. Наявність таких прошарків у літній період була виявлена на усіх об'єктах з крутизою до 3°.

Зокрема, на об'єкті досліджень «Люботинський ґрунтово-екологічний полігон» [11] спостерігається чітке накопичення Cd, Co та Cr в окарбонатованих горизонтах опідзоленого чорнозему у верхній та нижній частинах схилу (табл. 1, 2). У середній частині схилу диференціація профілю

Таблиця 1

Показники властивостей чорноземів опідзолених на пологому схилі

Частина схилу	Горизонти	Глибина, см	Вуглець органічної речовини, %	Вміст частинок фізичної глини, %	рН _{сол.}	Вміст обмінних катіонів, ммоль/кг	
						Ca ²⁺	Mg ²⁺
Верхня	He	0–30	1,97	55,9	5,00	137,1	26,5
	Hp1	30–50	0,52	56,6	5,00	137,5	25,1
	Phi	50–72	0,42	55,7	7,15	карбонатний	
	P(h)i	72 і глибше	0,32	53,6	6,90	карбонатний	
Середня	He	0–30	1,25	58,4	5,90	165,6	17,6
	Hp(i)	30–60	0,62	61,5	7,25	карбонатний	
	Phi	60 і глибше	0,42	56,8	5,40	133,5	25,2
Нижня	Hp(i)	0–30	1,10	56,6	6,40	карбонатний	
	Phi	30–50	0,47	55,5	7,35	карбонатний	
	P	50 і глибше	0,40	55,4	5,80	166,5	17,6

Розподіл міцнофіксованих форм мікроелементів за профілем чорноземів опідзолених у різних частинах пологого схилу

Частина схилу	Глибина, см	Вміст міцнофіксованих форм мікроелементів, мг/кг ґрунту								
		Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Верхня	0–30	0,10	0,69	1,10	9,6	560	104	4,3	6,2	8,9
	30–50	0,16	0,79	2,28	8,5	440	28	1,6	3,6	4,4
	50–72	0,59	1,11	1,80	7,8	430	26	10	3,8	4,8
	72 і глибше	0,90	9,38	10,2	5,6	1300	470	19	11,4	32,0
Середня	0–30	0,43	1,22	1,10	8,5	830	63	1,0	3,9	5,8
	30–60	0,10	2,11	1,71	8,0	800	62	0,25	2,6	5,0
	60 і глибше	0,04	1,23	0,87	7,9	390	49	0,18	7,3	4,1
Нижня	0–30	4,2	2,42	0,81	9,4	480	44	1,5	4,8	5,4
	30–50	0,80	1,60	1,88	7,3	440	81	3,8	6,3	4,5
	50 і глибше	0,33	0,81	0,77	7,7	210	50	3,5	7,4	3,4

ґрунтів за вмістом міцнофіксованих форм зменшується внаслідок меншої вологозабезпеченості, що спричиняє зниження інтенсивності процесів як біологічного накопичення, так і опідзолування. У нижній частині схилу увігнутої форми (над бровкою балки) чітко діагностується збільшення у гумусо-елювіальному горизонті вмісту таких біофільних елементів, як Cu, Zn і Mn, що може бути наслідком їх перерозподілу в ландшафті з поверхневим стоком.

Слід наголосити, що середня та нижня частини схилу, на яких спостерігається наближення карбонатів до поверхні, мають значно гірші умови живлення рослин такими фізіологічно важливими елементами, як Zn (зниження до 0,8–0,9 мг/кг порівняно з 1,4 мг/кг у верхній частині схилу) та Cu (до 0,10–0,13 мг/кг порівняно з 0,86 мг/кг відповідно). За шкалою І.Г. Важеніна забезпеченість ґрунту рухомим Zn відповідає низькому рівню, а рухомим Cu – середньому рівню, навіть для культур «невисокого виносу».

Особливістю опідзолених ґрунтів на крутих схилах є значно менша (на 20–25 см) глибина гумусового профілю порівняно із плакорними аналогами, що зумовлено

значно гіршими для гумусонакопичення гідротермічними умовами. Поряд із тим розташування на схилі сприяє доброму дренажу цих ґрунтів та відсутності будь-яких ознак оглеювання, що спостерігається на плакорі. На жодному з об'єктів досліджень, розташованих на крутих схилах, не спостерігалось також і явища «підтягування» карбонатів. Прикладом такої типової катени є сірі лісові ґрунти на схилі південно-східної експозиції крутизою до 20° у районі лісництва «Південне» (табл. 3).

Розподіл мікроелементів у профілі цих ґрунтів відображає менші обсяги біологічної акумуляції мікроелементів у верхній частині профілю, що зумовлено гіршими умовами вологозабезпечення (табл. 4). Вміст кислоторозчинних сполук Zn, Cu, Mn та Fe у гумусо-елювіальному горизонті схилувих ґрунтів майже вдвічі нижчий, ніж на плакорі. Те саме можна відзначити і для деяких елементів (Pb і Ni), що не мають фізіологічного значення, але закріплюються у органічній речовині. Значно відрізняється у схилувих ґрунтах і розподіл такого токсиканту, як Cd. Відомо, що у більшості незабруднених ґрунтів спостері-

Таблиця 3

Показники властивостей сірих лісових ґрунтів на крутому схилі

Частини схилу	Горизонти	Глибина, см	Вуглець органічної речовини, %	Вміст частинок фізичної глини, %	pH _{сол.}	Вміст обмінних катіонів, ммоль/кг	
						Ca ²⁺	Mg ²⁺
Верхня	HE	2–15	1,30	30,3	5,45	147,4	14,7
	EI	15–50	0,62	46,8	4,90	181,6	19,0
	I	50–110	0,35	48,7	4,30	161,2	24,5
Середня	HE	3–25	1,17	34,3	5,40	185,7	18,9
	EI	25–45	0,55	44,5	4,75	185,9	31,4
	I	45–100	0,37	48,1	4,35	186,3	34,4
Нижня	HE	2–20	0,82	39,2	6,00	125,3	13,8
	EI	20–45	0,72	43,7	4,40	160,9	36,8
	I	45–100	0,64	51,2	4,35	152,6	34,3

Таблиця 4

Розподіл міцнофіксованих форм мікроелементів за профілем сірих лісових ґрунтів у різних частинах крутого схилу

Частини схилу	Глибина, см	Вміст міцнофіксованих форм мікроелементів, мг/кг ґрунту							
		Cd	Co	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Верхня	2–15	0,65	2,3	3,7	800	185	1,3	3,9	7,3
	15–50	0,19	2,5	7,7	1022	106	1,5	1,2	4,9
	50–110	0,39	0,6	4,6	1173	70	2,5	2,3	6,0
Середня	3–25	0,30	4,3	7,5	843	369	2,9	4,8	7,9
	25–45	0,26	8,2	9,2	1619	125	3,7	6,5	7,8
	45–100	0,74	2,6	6,8	1528	96	1,0	4,0	6,8
Нижня	0–20	0,55	4,5	6,5	879	330	2,6	7,9	8,4
	20–45	0,34	3,5	6,8	1332	122	7,3	4,8	7,0
	45–100	0,19	4,5	6,0	4254	187	6,0	2,6	12,7
	100–140	0,17	1,7	4,7	1638	62	–	3,7	6,4

гається збільшення вмісту Cd від поверхні до породи, що зумовлено природним збагаченням останньої та високою міграційною здатністю цього елемента. У ґрунтах досліджуваних схилів простежується інша закономірність. У верхній частині схилу

ґрунт має два максимуми накопичення Cd: в ілювіальному (природний) та у гумусово-елювіальному (ймовірно, техногенного походження) горизонтах. Ще більше накопичується Cd у гумусово-елювіальному горизонті ґрунту нижньої частини схилу,

що, на нашу думку, зумовлено перерозподілом цього елемента в ландшафті.

Слід наголосити й на іншій особливості цих ґрунтів, а саме на тенденції до накопичення в ілювіальному горизонті кислоторозчинних сполук Fe та Mn, що найбільшою мірою проявилось у ґрунті нижньої частини схилу з кращими умовами вологозабезпечення, а отже, і до посилення підзолистого ґрунтоутворного процесу.

Досліджувані схилі сірі лісові ґрунти є слабо диференційованими за вмістом рухомих форм Cd, Co, Cr, Mn та Ni. Поряд із тим за розподілом інших мікроелементів вирізняється ґрунт верхньої опуклої частини схилу, який має гумусово-ілювіальний горизонт, значно збіднений на рухомі Zn і Cu, але збагачений на Fe. Диференціація профілю за вмістом цих елементів сягла 6–9 разів. Порівняння вмісту рухомих форм основних фізіологічно необхідних мікроелементів із оціночними градаціями забезпеченості за І.Г. Важеніним свідчить, що істотних проблем з мікроелементним живленням на цьому схилі не очікується. Для рослин «невисокого виносу», якими є більшість злакових трав, вміст рухомих форм Zn та Co відповідав вимогам високого рівня забезпеченості, а вміст Cu та Mn — перевищував його.

ВИСНОВКИ

Індивідуальні особливості мезо- та мікрорельєфів схилів та обумовлений з цим різний ступінь ксероморфності схилів ґрунтів проявляється накопиченням органічної речовини, рівнем глибини залягання карбонатів та кислотно-основних умов, що великою мірою визначає просторовий латеральний і радіальний перерозподіли мікроелементів та зміни їх рухомості в межах однієї катени.

ЛІТЕРАТУРА

1. Природний механізм захисту схилів ґрунтів від водної ерозії / [М.І. Полупан, С.А. Балюк, В.Б. Соловей та ін.]; за ред. М.І. Полупана. — К.: Фенікс, 2011. — 144 с.
2. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.І. Кисіль, В.А. Величко. — К.: Колодіт, 2005. — С. 125–129.
3. Cooper A.W. An example of role of microclimate in soil genesis / A.W. Cooper // Soil Sci. — 1960. — No. 90. — P. 109–120.
4. Fulajtar E. Assessment of chosen properties of soils strongly damage by erosion in the area of Risnovce / E. Fulajtar // Soil Sci. — 1994. — No. 18. — P. 39–49.
5. Leah T. Humus and trace elements as an indicators of material eroded from carbonatic chernozems surface / T. Leah // Scientific Papers. — 2010. — No. 53. — P. 22–28.
6. Фатеев А.И. Основы применения микроудобрений / А.И. Фатеев, М.А. Захарова. — Х.: Типографія № 13, 2005. — 134 с.
7. Наукові та технологічні основи управління мікроелементним живленням сільськогосподарських культур: протокол № 6 від 20.06.2012 р. / Бюро Президії НААН. — К.: НААН, 2012. — 4 с. — (Постанова).
8. Тertiшна А.В. Розподіл мікроелементів та глинистих мінералів у профілі ґрунтів опідзоленого ряду / А.В. Тertiшна // Агрохімія і ґрунтознавство. — 2011. — № 74. — С. 112–115.
9. Sipos P. Geochemical factors controlling the migration and immobilization of heavy metals as reflected by the study of soil profiles from the Cserhát Mts. PhD Theses of Earth Sciences Geology and Geophysics / P. Sipos. — Budapest: Laboratory for Geochemical Research, Hungarian Academy of Science, 2004. — 16 p.
10. Faz Cano A. Relationship between soil chemical fertility and land use in Mediterranean semiarid conditions: Campo de Cartagena (Murcia) / A. Faz Cano, G. García Del Rey, L. Arnaldos // International Meeting on Soils with Mediterranean Type of Climate (selected papers). — Bari: Ciheam. — No. 50. — 2002. — P. 235–244.
11. Ачасова А.О. Ґрунтово-екологічні умови формування просторової неоднорідності важких металів у ґрунтах Лівобережного Лісостепу України: дис. ... канд. біол. наук: 14.03.03 / А.О. Ачасова. — Х., 2003. — 262 с.