

PIOTR SKŁODOWSKI, ALINA MACIEJEWSKA

PIERWIASTKI ŚLADOWE W GLEBACH RDZAWYCH WYTWORZONYCH Z PIASKOWCÓW TRIASOWYCH

Zakład Gleboznawstwa Instytutu Geodezji Gospodarczej Politechniki Warszawskiej

WSTĘP

Zawarte w glebie pierwiastki śladowe są ważnym czynnikiem ekologicznym oddziałującym na szatę roślinną. Poznanie ich zawartości ułatwia ustalenie potrzeb nawożenia mikroelementami oraz śledzenie chemicznej degradacji gleb.

Pierwotnym źródłem pierwiastków śladowych w glebach są skały macierzyste i od ich zasobności zależy niedobór lub nadmiar tych pierwiastków. Natomiast materia organiczna, która w przypadku gleb leśnych gromadzi się w znacznych ilościach w poziomie ściółki, stanowi ich źródło wtórne.

Wprawdzie wykonano w kraju wiele analiz w celu ustalenia zawartości pierwiastków śladowych w glebach, nie dostarczyły one jednak wyczerpujących informacji dla licznych typów i rodzajów gleb. Jak dotąd nie jest dostatecznie poznane profilowe rozmieszczenie pierwiastków śladowych w glebach leśnych. Podkreślić należy, że większość badań nad pierwiastkami śladowymi przeprowadzana była w glebach uprawnych. Nie daje to pełnego obrazu występowania i przemieszczania się pierwiastków śladowych pod wpływem procesu glebotwórczego w warunkach naturalnych. Prócz tego liczba oznaczeń Co, Ni, Cd i Cr jest nadal skromna.

Celem niniejszej pracy było poznanie zawartości Mn, Zn, Cu, Pb, Co, Ni, Cd i Cr w poszczególnych poziomach genetycznych leśnych gleb rdzawych właściwych, wytworzonych z piaskowców triasowych, występujących w warunkach naturalnych Gór Świętokrzyskich.

MATERIAŁY I METODYKA BADAŃ

Badaniami objęto 6 profili gleb rdzawych właściwych, wytworzonych z piaskowców triasowych. Pod względem składu mineralnego piaskowce triasowe są bardzo ubogie i w 98% składają się z kwarcu. Pod względem

chemicznym są to skały kwarcowe o spoiwie żelazisto-krzemionkowym lub żelazisto-krzemionkowo-ilastym.

Wszystkie badane gleby, położone w regionie suchedniowskim Gór Świętokrzyskich, porośnięte są roślinnością leśną.

Gleby rdzawe mają wyraźnie rozwinięte poziomy genetyczne A_0 — A_1 — Br — C i wykazują skład granulometryczny piasków, najczęściej słabo gliniastych, podścielonych niekiedy utworami zwięzlejším. Górne poziomy genetyczne zawierają niewielką ilość części szkieletowych. Zawartość frakcji kamieni oraz żwiru wzrasta w skale macierzystej. W zwietrzelinie dominuje piasek średni oraz drobny. Ilość piasku średniego i drobnego waha się w granicach 25—45%. Ilość pyłu jest niewielka i wynosi od 5% w skale macierzystej do 14—16 % w poziomach wierzchnich. Zawartość łu koloidalnego w zwietrzelinie jest niewielka i wynosi najczęściej około 3% (tab. 1).

Gleby wytworzone z piaskowców triasowych wykazują odczyn silnie kwaśny. Wartości pH w 1 M KCl są niskie i wynoszą w poziomach A_1 i Br od 2,9 do 4,6. Na ogół pH rośnie wraz z głębokością. Pewną nieprawidłowość odnotowuje się w poziomach A_0 . Ilość kationów zasadowych w stosunku do całej pojemności sorpcyjnej jest niska i w poziomach diagnostycznych dla tego typu gleb, tzn. poziomach Br wynosi 15—20% (tab. 1).

Skład granulometryczny gleb oznaczono metodą Bouyoucosa według Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego.

Podstawowe właściwości fizykochemiczne oznaczano metodami ogólnie przyjętymi: pH — metodą elektrometryczną, C ogółem — metodą Tiurina, kwasowość hydrolityczną — metodą Kappena. Kationy wymienne w wyciągach octanu amonu oraz Fe_2O_3 , Al_2O_3 i CaO w wyciągach 20-procentowego HCl oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej.

Pierwiastki śladowe Mn, Zn, Cu, Co, Ni, Pb, Cd i Cr oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej w roztworach otrzymywanych w wyniku trawienia próbek glebowych kwasem nadchlorowym [10]. Przed trawieniem wysuszone próbki glebowe rozcierano w moździerzu agatowym. W wyniku takiego postępowania oznacza się 80—100% całkowitej zawartości omawianych pierwiastków.

OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

M a n g a n. W badanych glebach obserwuje się bardzo wyraźne nagromadzenie manganu w poziomach ściółki, poziomach próchnicznych i poziomach rdzawych, w porównaniu ze skałami macierzystymi (tab. 2). Najzasobniejsze w mangan są poziomy ściółki A_0 . Poziomy te zawierają średnio prawie 19 razy więcej manganu niż skały macierzyste.

Cechą charakterystyczną badanych gleb jest również wyraźne nagromadzenie manganu w poziomach rdzawych. Zawierają one przeciętnie

Niektóre właściwości gleb rdzawych właściwych
Some properties of proper rusty soils

Nr profilu Profile No.	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość pobrania próbki Sampling depth cm	Procent cząstek $\varnothing < 0,002$ mm Per cent of particles $\varnothing < 0.002$ mm	C ogółem Total C %	pH w 1 M KCl	meq/100 g gleby - meq/100 g of soil			Stopień wyczerpania zasadami w % Saturation degree with bases in %	Procentowa zawartość w wyciągach 20% HCl Per cent of elements in 20% HCl extracts		
						kwasowość hydrolityczna hydrolytic acidity	suma kationów wymiennych sum of exchangeable cations	pojemność sorpcyjna sorption hydrolytic capacity		Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO
2	A ₀	0-3	-	27,12	5,1	9,00	8,38	17,38	48,21	0,790	0,950	1,344
	A ₁	3-8	6,0	1,16	4,0	4,05	1,85	5,90	31,35	0,350	0,730	0,038
	Br	20-30	4,0	0,26	4,2	2,70	0,76	3,46	21,96	0,340	0,860	0,025
	C	55-65	5,0	-	4,4	1,65	0,94	2,59	36,29	0,190	0,740	0,023
3	A ₀	0-2	-	33,47	3,2	72,00	18,31	90,31	20,30	0,779	0,658	1,638
	A ₁	6-10	5,0	2,38	3,6	11,25	1,80	13,05	13,30	0,415	0,470	0,136
	Br	23-29	4,0	0,37	4,3	2,85	0,86	3,71	23,20	0,500	0,664	0,063
	C	80-90	9,0	-	4,3	3,38	0,88	4,26	20,60	0,342	0,598	0,133
10	A ₀	0-5	-	27,16	3,0	61,50	14,35	75,85	18,90	0,708	0,564	0,910
	A ₁	5-11	4,0	3,42	3,2	5,18	1,43	6,61	21,60	0,293	0,376	0,091
	Br	25-35	2,0	0,57	4,6	2,18	0,61	2,79	21,90	0,465	0,846	0,083
	C	110-120	3,0	-	5,6	0,90	0,48	1,38	34,80	0,271	0,470	0,064
13	A ₀	0-5	-	32,14	3,3	59,25	15,72	74,97	21,00	0,808	0,612	1,372
	A ₁	5-12	3,0	4,90	3,2	6,30	1,16	7,46	15,50	0,422	0,470	0,085
	Br	16-28	3,0	1,12	4,3	4,35	0,68	5,03	13,50	0,500	0,752	0,102
	C	58-68	2,0	-	4,3	1,35	0,70	2,05	34,10	0,236	0,564	0,095
15	A ₀	0-3	-	20,45	3,5	40,50	10,27	50,77	20,20	0,651	0,564	0,784
	A ₁	3-6	3,0	2,54	3,3	9,83	5,28	15,11	34,90	0,408	0,564	0,140
	Br	7-17	2,0	0,78	3,8	3,38	0,89	4,27	20,80	0,458	0,752	0,104
	C	45-57	2,0	-	4,3	1,95	0,52	2,47	21,10	0,436	0,658	0,118
16	A ₀	0-7	-	32,67	3,1	74,25	15,24	89,49	17,01	0,751	0,564	1,162
	A ₁	7-10	3,0	2,57	2,9	8,70	4,17	12,87	32,42	0,229	0,376	0,104
	Br	16-25	3,0	0,53	3,9	3,15	0,61	3,76	16,20	0,529	1,128	0,074
	C	60-70	3,0	-	4,4	1,35	0,48	1,83	26,21	0,314	0,564	0,076

Zawartość Mn, Cr, Ni i Co w s.m. w glebach rdzawych
 The Mn, Cr, Ni and Co content in d.m. in rusty soils

Typ gleby Soil type	Poziom genetyczny Genetic horizon	Średnia głębokość pobrania próbki Sampling depth cm	Mn		Cr		Ni		Co	
			ppm	a	ppm	a	ppm	a	ppm	a
Gleby rdzawe właściwe /6 profilów/ Proper rusty soils /6 profiles/	A ₀	0 - 4	190,0-700,0 \bar{x} - 450,0	- 18,0	10,0-21,0 \bar{x} - 15,1	- 1,4	6,5-12,0 \bar{x} 7,8	- 2,0	3,0-5,0 \bar{x} 3,7	- 1,3
	A ₁	5 - 10	30,5-147,0 \bar{x} - 67,1	- 2,8	4,0-21,0 \bar{x} - 10,1	- 0,9	1,0- 5,0 \bar{x} - 3,1	- 0,8	1,0-3,0 \bar{x} 2,2	- 0,8
	Br	18 - 28	40,0-480,0 \bar{x} - 152,0	- 6,4	4,5-21,0 \bar{x} - 9,8	- 0,9	2,0- 5,0 \bar{x} 2,7	- 0,7	1,0-3,5 \bar{x} 1,7	- 0,6
	C	68 - 78	16,5-44,0 \bar{x} - 23,9	- -	3,5-21,0 \bar{x} - 10,6	- -	2,0- 6,0 \bar{x} 3,9	- -	1,0-4,5 \bar{x} - 2,9	- -

a - Współczynnik wzbogacenia obliczony w stosunku do skały macierzystej
 Enrichment coefficient calculated in relation to the parent material

prawie 6,5-krotnie więcej manganu niż skały macierzyste i ponad dwukrotnie więcej niż poziomy próchniczne.

Skały macierzyste są ubogie w mangan. Znalezione zawartości są znacznie mniejsze niż podawane w literaturze [1, 6, 8, 11, 13]; dotyczy to również gleb wytworzonych z piasków wdmowych [4].

Mimo bardzo silnej bioakumulacji manganu w poziomach wierzchnich nie obserwuje się zależności między zawartością C ogółem a zawartością manganu. Analizowane gleby są jednorodne pod względem składu granulometrycznego, dlatego trudno jest stwierdzić wyraźną korelację między zawartością manganu a zawartością ilu koloidalnego, chociaż pewne tendencje są widoczne.

Chrom. Zawartość chromu w badanych glebach waha się w dosyć szerokich granicach. Nie stwierdzono, aby występowanie chromu w poziomach wierzchnich było uzależnione od jego zawartości w skałach macierzystych. Największe ilości chromu stwierdzono w poziomach ściółek A₀. Współczynnik wzbogacenia dla tych poziomów wynosi przeciętnie 1,4. Natomiast nie obserwowano nagromadzenia chromu w poziomach próchnicznych i poziomach rdzawych. Poziomy te na ogół zawierają nieco mniejsze lub podobne ilości chromu jak skały macierzyste (tab. 2).

Nikiel. Najbardziej zasobne w nikiel są poziomy ściółek A₀. Poziomy te zawierają dwukrotnie więcej niklu niż skały macierzyste. Natomiast poziomy próchniczne i poziomy rdzawe zawierają przeciętnie nieco mniejsze jego ilości w stosunku do skał macierzystych. Zawartość niklu w po-

ziomach próchnicznych, poziomach rdzawych i w skałach macierzystych jest mała i waha się w niewielkich granicach (tab. 2). Tak mała zmienność wynika głównie z dużej, pod względem składu granulometrycznego i mineralnego, jednorodności materiałów, z których wytworzyły się badane gleby.

K o b a l t. Rozmieszczenie kobaltu w profilach gleb rdzawych właściwych jest podobne jak niklu, z tym że nie obserwuje się tak wyraźnego nagromadzenia Co w poziomach ściółek. Wprawdzie poziomy ściółek zawierają największe ilości kobaltu, ale współczynnik wzbogacenia wynosi średnio tylko 1,3 i jest najmniejszy ze wszystkich analizowanych pierwiastków śladowych (tab. 2). Nie obserwuje się żadnej zależności między zawartością kobaltu w poziomach wierzchnich a jego stężeniem w skałach macierzystych.

M i e d ź. Zawartość miedzi w poziomach ściółek A_0 waha się w bardzo niewielkich granicach i wynosi średnio 12,4 ppm. Poziomy ściółek zawierają przeciętnie 7,3-krotnie więcej miedzi niż wynosi jej stężenie w skałach macierzystych. Mimo bardzo wyraźnej bioakumulacji miedzi w tych poziomach nie obserwuje się żadnej zależności między jej stężeniem a zawartością węgla ogółem.

Zawartość miedzi w poziomach próchnicznych, poziomach rdzawych i w skałach macierzystych jest mała, wynosi średnio 1,5—2,0 ppm i utrzymuje się mniej więcej na jednakowym poziomie (tab. 3).

C y n k. Szczególnie dużą ilość cynku stwierdzono w poziomach ściółek A_0 . Zawartość cynku w tych poziomach jest przeciętnie aż 16 razy większa niż w skałach macierzystych. Ponadto stężenie cynku w poziomach A_0 waha się w znacznie szerszych granicach niż stężenie miedzi (tab. 3).

Nagromadzenie cynku obserwuje się również w poziomach próchnicznych i poziomach rdzawych w porównaniu do skał macierzystych, oczywiście nie w takim stopniu, jak w przypadku ściółek. Współczynnik wzbogacenia w cynk dla poziomów próchnicznych wynosi średnio 1,6, a dla poziomów rdzawych — 1,2 (tab. 3).

O ł ó w. We wszystkich zbadanych glebach wykryto wyraźne nagromadzenie ołowiu w poziomach ściółek i w poziomach próchnicznych. Najzasobniejsze w ołów są poziomy ściółek A_0 . Poziomy te zawierają średnio 7,5-krotnie więcej ołowiu niż skały macierzyste. Średnie stężenie ołowiu w tych poziomach jest bliskie 90 ppm.

W poziomach próchnicznych zawartość ołowiu wynosi przeciętnie 23 ppm i jest prawie dwukrotnie większa niż w skałach macierzystych. Zawartość tego pierwiastka we wszystkich poziomach nie zależała od zawartości węgla ogółem. Nie obserwowano również zależności między jego zawartością w poziomach wierzchnich a stężeniem w skałach macierzystych (tab. 3).

Zawartość Cu, Zn, Pb i Cd w s.m. w glebach rdzawych
The Cu, Zn, Pb and Cd content in d. m. in rusty soils

Typ gleby Soil type	Poziom genetyczny Genetic horizon	Średnia głębokość pobrania próbki Sampling depth cm	Cu		Zn		Pb		Cd	
			ppm	a	ppm	a	ppm	a	ppm	a
Gleby rdzawe właściwe /6 profilów/ Proper rusty soils /6 profiles/	A ₀	0-4	11,0-13,6 \bar{x} -12,4	- 7,3	84,0-220,0 \bar{x} -135,0	- 16,1	40,0-120,0 \bar{x} 89,7	- 7,5	2,0-4,2 \bar{x} 2,9	- 2,6
	A ₁	5-10	1,0-2,7 \bar{x} -1,9	- 1,1	10,0-19,0 \bar{x} 13,8	- 1,6	19,0-28,0 \bar{x} 23,1	- 1,9	1,0-1,1 \bar{x} 1,0	- 0,9
	Br	18-28	0,9-1,7 \bar{x} -1,5	- 0,9	8,6-13,0 \bar{x} 10,5	- 1,2	8,5-17,0 \bar{x} 12,3	- 1,0	1,0-1,0 \bar{x} 1,0	- 0,9
	C	68-78	1,2-2,5 \bar{x} -1,7	- -	4,8-16,6 \bar{x} 8,4	- -	6,0-21,0 \bar{x} 12,0	- -	1,0-1,2 \bar{x} 1,1	- -

a - współczynnik wzbogacenia obliczony w stosunku do skały macierzystej
Enrichment coefficient calculated in relation to the parent material

K a d m. Rozmieszczenie kadmu w profilach gleb rdzawych właściwych jest podobne jak miedzi, z tym że nie obserwuje się tak dużego nagromadzenia Cd w poziomach ściółek oraz że jego stężenie w poszczególnych poziomach genetycznych jest mniejsze. Zawartość kadmu w poziomach ściółek wynosi przeciętnie 2,9 ppm i jest 2,6-krotnie większe niż jego stężenie w skałach macierzystych. Stężenie kadmu w poziomach próchnicznych, poziomach rdzawych i w skałach macierzystych utrzymuje się na jednakowym poziomie i wynosi średnio 1 ppm.

DYSKUSJA

Zwartość i rozmieszczenie pierwiastków śladowych w profilach glebowych uwarunkowane jest wieloma czynnikami procesu glebotwórczego. O zawartości pierwiastków śladowych w glebie decyduje przede wszystkim skała macierzysta, która jest ich pierwotnym źródłem [3, 5, 14]. Nie zawsze jednak stężenie pierwiastków śladowych w skałach macierzystej wpływa w sposób wyraźny na zawartość ich w wierzchnich poziomach gleby [11, 13].

W przeprowadzonych badaniach trudno było uchwycić wpływ zróżnicowania skały macierzystej na zawartość pierwiastków śladowych w poszczególnych poziomach genetycznych, a zwłaszcza w poziomach ściółek A₀, ponieważ wszystkie badane gleby rdzawe właściwe zostały wytworzone z piaskowców triasowych o bardzo jednorodnym składzie granulometrycznym i chemicznym.

Piaskowce triasowe, z których wytworzyły się badane gleby, są bardzo ubogie w pierwiastki śladowe. Znalezione zawartości są znacznie mniejsze od podawanych w literaturze [1, 2, 5, 6, 7, 11, 13]; dotyczy to również ilości dla gleb wytworzonych z piasków wydmowych [4].

Wielu autorów [3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 14] przypisuje duże znaczenie zawartości pierwiastków śladowych w glebach, zwłaszcza w ich poziomach próchnicznych, procesowi kumulacji biologicznej oraz powstawaniu kompleksów związków próchniczno-metalicznych [12]. Szczególną rolę w tworzeniu tych związków przypisuje się kwasom fulwowym i huminowym oraz takim pierwiastkom, jak miedź, cynk, mangan, kadm, chrom. Stwierdzono, że poziomy próchniczne gleb użytkowanych rolniczo, a w szczególności poziomy ściółek A_0 gleb leśnych są strefą biologicznej akumulacji tych pierwiastków [4, 8, 11, 13]. Duże nagromadzenie mikroskładników w ściółkach gleb leśnych zachodzi w wyniku kumulacji biologicznej, jako rezultat pobierania składników przez rośliny i oddawania ich do gleby z opadem ściółki. Uwidacznia się w tym jeszcze jeden ważny aspekt poziomu ściółki jako czynnika ekologicznego [4].

Na podstawie otrzymanych wyników można przypuszczać, że kumulacja biologiczna jest jednym z ważniejszych, chociaż nie jedynym czynnikiem wpływającym na gromadzenie się pierwiastków śladowych w poziomach ściółek. W poziomach tych obserwuje się wzrost stężenia wszystkich analizowanych pierwiastków śladowych w stosunku do skał macierzystych (tab. 2, 3). Należy jednak podkreślić, że poszczególne pierwiastki różnią się między sobą pod tym względem w sposób bardzo wyraźny. Z jednej strony występują takie pierwiastki, jak mangan i cynk, których nagromadzenie w poziomach ściółek jest kilkunastokrotne: Mn — 18,8, Zn — 16,1, z drugiej strony takie pierwiastki, jak chrom i kobalt, których stężenie w poziomach ściółek jest niewiele większe niż w skałach macierzystych (Cr — 1,4, Co — 1,3). Wykonane analizy wskazują również na bardzo wyraźne wzbogacenie poziomów ściółek w makroelementy, a w szczególności w wapń (tab. 1).

Mimo znacznej, a w przypadku niektórych pierwiastków śladowych bardzo dużej ich kumulacji w poziomach ściółek, nie stwierdzono widocznej zależności między ich stężeniem a zawartością węgla ogółem w tych poziomach.

Z punktu widzenia rozmieszczenia pierwiastków śladowych w profilach gleb rdzawych właściwych można je podzielić na trzy grupy.

Pierwsza to metale, których zawartość nie uległa silnemu zróżnicowaniu w profilu glebowym i które nagromadziły się tylko w poziomie ściółki w stosunkowo niewielkim stopniu. Natomiast poziomy próchniczne i poziomy rdzawe zawierają nieco mniejsze lub podobne ilości pierwiastków, jak skały macierzyste (tab. 2, 3). Są to chrom, nikiel, kobalt. Występowanie ich w glebach jest ściśle związane z ich zawartością w skałach macierzystych. Zawartość tych pierwiastków w popiele roślinnym jest przecięt-

nie około dwudziestokrotnie mniejsza niż w glebie. Dlatego mimo bardzo wyraźnego nagromadzenia materii organicznej w poziomach ściółek wzrost ich stężenia w tych poziomach jest stosunkowo niewielki (tab. 2, 3).

Nie należy również wykluczać możliwości zanieczyszczenia tych poziomów chromem, niklem i kobaltem w wyniku gospodarczej działalności człowieka. Pierwiastki te bowiem łatwo tworzą związki kompleksowe z substancją organiczną. Tezę tę może potwierdzić fakt, że poziomy próchniczne, położone na niedużej głębokości i stosunkowo bogate w próchnicę, nie wykazują żadnego nagromadzenia tych pierwiastków, wręcz przeciwnie, ich stężenie jest mniejsze niż w skałach macierzystych.

Druga grupa to pierwiastki, które uległy bardzo dużemu nagromadzeniu w poziomach ściółek, a są równocześnie ważnym składnikiem popiołu roślinnego. Są to mangan, cynk i miedź. Wyraźną kumulację tych pierwiastków, a zwłaszcza manganu i cynku, stwierdza się również w poziomach próchnicznych (tab. 2, 3). Można przypuszczać, że ich zagęszczenie nastąpiło w wyniku biologicznego obiegu składników mineralnych. Przedstawione wyniki są więc zgodne z danymi uzyskanymi wcześniej przez wielu autorów [3, 4, 5, 8, 11, 13, 14]. Zawartość tych pierwiastków w popiele roślinnym jest zazwyczaj kilkakrotnie większa niż w glebie i stąd wynika możliwość ich gromadzenia w poziomach ściółek i poziomach próchnicznych.

W wielu pracach [1, 2, 6, 11, 13] stwierdza się, że zawartość pierwiastków śladowych w glebach i ich rozmieszczenie w profilach uzależnione jest od przebiegu procesów glebotwórczych. Mimo że badaniami objęto tylko jeden typ gleb, niemniej jednak na podstawie otrzymanych wyników można obserwować bardzo wyraźny wpływ przebiegu procesu glebotwórczego, związanego z kształtowaniem się gleb rdzawych, na profilowe rozmieszczenie manganu. We wszystkich zbadanych glebach rdzawych właściwych stwierdzono zwiększenie stężenia tego pierwiastka w poziomach rdzawych. Poziomy te zawierają przeciętnie prawie 6,5-krotnie więcej manganu niż skały macierzyste i prawie dwukrotnie więcej niż poziomy próchniczne. Należy zwrócić uwagę, że poziomy rdzawe są znacznie uboższe w materię organiczną niż poziomy próchniczne oraz zawierają podobne ilości iłu koloidalnego jak skały macierzyste i poziomy próchniczne (tab. 1). Natomiast poziomy te prawie we wszystkich zbadanych glebach wykazują bardzo wyraźne wzbogacenie w tlenki żelaza i tlenki glinu (tab. 1). Można zatem przypuszczać, że nagromadzenie manganu w poziomach rdzawych związane jest z większą zawartością półtoratlenków, a w szczególności tlenków żelaza. Uważa się nawet, że tlenki żelaza wykazują właściwości wiązania manganu na powierzchni [9].

Przeprowadzone badania dają podstawę do przypuszczenia, że w procesie kształtowania się gleb rdzawych uwalniany jest mangan w procesie rozkładu materii organicznej. Dzięki dużej jego ruchliwości w glebach o bardzo kwaśnym odczynie jest on przemieszczany do głębszych

poziomów *Br*, gdzie wiąże się z przemieszczonymi również w tym procesie tlenkami żelaza.

Do trzeciej grupy należą pierwiastki, które uległy nagromadzeniu w poziomach ściółek, przy czym nie są składnikami niezbędnymi dla rozwoju roślin, a ich zawartość w popiele jest bardzo mała. Są to ołów i kadm. Stwierdzono szczególnie duże nagromadzenie ołowiu zarówno w poziomach ściółek, jak i w poziomach próchnicznych. Ołów jest silnie sorbowany przez materię organiczną, natomiast kadm podlega bioakumulacji.

Można przypuszczać, że tak duże nagromadzenie ołowiu i kadmu w poziomach ściółek mogło nastąpić tylko w wyniku opadu pyłów pochodzących z przemysłowej działalności człowieka. Przypuszcza się, że stężenie ołowiu w powierzchniowych poziomach gleb związane jest w dużym stopniu z wpływem czynników antropogenicznych i jest z reguły większe niż naturalna jego zawartość [8]. Nawet gleby występujące daleko poza zasięgiem wpływu emisji przemysłowej i gazów spalinowych wykazują w górnej warstwie podwyższoną ilość ołowiu. Należy podkreślić, że badane gleby położone są na północny wschód od Kielc, w odległości około 25 km. Istnieje więc duże prawdopodobieństwo zanieczyszczenia ich pyłami, zwłaszcza drobnymi, pochodzącymi z zakładów przemysłowych Kielc i Białego Zagłębia, przenoszonymi przez wiatry wiejące przeważnie z kierunków zachodnich.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można wyciągnąć następujące wnioski.

— Kumulacja biologiczna jest jednym z ważniejszych, chociaż nie-jedynym czynnikiem wpływającym na gromadzenie się pierwiastków śladowych w poziomach ściółek gleb leśnych.

— Rozpatrując zawartość pierwiastków śladowych w poziomach ściółek i poziomach próchnicznych gleb rdzawych właściwych można je podzielić na trzy grupy:

— chrom, nikiel, kobalt, które nagromadziły się w stosunkowo niewielkim stopniu tylko w poziomach ściółek, najprawdopodobniej w wyniku zanieczyszczeń,

— mangan, cynk, miedź, które nagromadziły się w dużych ilościach zarówno w poziomach ściółek, jak i w poziomach próchnicznych w wyniku biologicznego obiegu składników mineralnych,

— ołów i kadm, które uległy wyraźnemu nagromadzeniu, zwłaszcza w poziomach ściółek, prawdopodobnie w wyniku gospodarczej działalności człowieka.

— Rozmieszczenie manganu w profilach gleb rdzawych związane jest z przebiegiem procesu glebotwórczego. Wyraźne nagromadzenie tego pierwiastka stwierdzono w poziomach rdzawych. Poziomy te odznaczają się również większą zawartością tlenków żelaza i tlenków glinu.

— Nie zaobserwowano wpływu stężenia pierwiastków śladowych w skale macierzystej na ich zawartość w poziomach wierzchnich. Wynika to z bardzo jednorodnego składu granulometrycznego skał macierzystych oraz ich zbliżonego składu chemicznego.

LITERATURA

- [1] Czarnowska K.: Badania nad rozmieszczeniem Mn, Zn, Cu, Mg w glebach wytworzonych z glin zwałowych. *Rocz. glebozn.* 23, 1972, 2, 25—30.
- [2] Czarnowska K.: Zawartość metali ciężkich w glebach płowych Wysoczyzny Siedleckiej. *Zesz. nauk. SGGW-AR, Rol.*, 16, 1977, 39—47.
- [3] Dobrzański B., Gliński I., Uziak S.: Występowanie niektórych pierwiastków w glebach woj. rzeszowskiego w zależności od rodzaju skały macierzystej i typologii gleb. *Ann. UMCS Sec. E*, 24, 1970, 115—127.
- [4] Dzieciółowski W., Kociałkowski Z.: Mikroskładniki w bielicach przybałtyckich. *Rocz. glebozn.* 24, 1973, 2, 241—260.
- [5] Gliński J.: Wpływ niektórych czynników glebotwórczych na zawartość i rozmieszczenie mikroskładników w profilach glebowych. *Ann. UMCS Sec. E*, 22, 1968, 35—52.
- [6] Gworek B.: Pierwiastki śladowe Mn, Zn, Cr, Cu, Ni, Co, Pb, Cd w glebach wytworzonych z glin zwałowych utworów północno-wschodniego regionu Polski. *Rocz. glebozn.* 35, 1984, 2, 79—100.
- [7] Kabata-Pendias A.: Występowanie Cu, Zn i Co w niektórych glebach oraz w roślinach regionu pomorskiego. *Rocz. Nauk rol. Ser. A*, 94, 1968, 567—583.
- [8] Kabata-Pendias A., Pendias H.: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Warszawa 1973, Wyd. geolog., s. 299.
- [9] Reddy M. R., Perkins H. F.: Fixation of manganese by clay minerals. *Soil Sci.* 21, 1976, 21—24.
- [10] Sapek A.: Nowe metody oznaczania mikroelementów. III konwersatorium mikroelementów w rolnictwie. Wrocław 1974.
- [11] Sapek A., Skłodowski P.: Zawartość Mn, Zn, Cu, Pb, Ni i Co w rędzinach Polski. *Rocz. glebozn.* 27, 1976, 2, 137—144.
- [12] Schnitzer M., Skinner S. J. M.: Organo-metallic interactions in soils: 7. stability constants of Pb^{++} Ni^{++} Co^{++} Ca^{++} and Mg^{++} fulvic acid complex. *Soil Sci.* 1967, 103, 247—257.
- [13] Skłodowski P., Sapek A.: Rozmieszczenie Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Ni, Pb i Cd w profilach czarnoziemów leśno-stepowych. *Rocz. glebozn.* 28, 1977, 1, 71—81.
- [14] Staszewski T., Kociałkowski Z.: Badania nad zawartością Mn, Zn, Cu i B w czarnych ziemiach zastoiska szamotulskiego. *Rocz. glebozn.* 25, 1974, 2, 101—114.

П. СКЛОДОВСКИ, А. МАЦЕЕВСКА

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В РЖАВИХ ПОЧВАХ ОБРАЗОВАННЫХ ИЗ ТРИАССОВЫХ ПЕСЧАНИКОВ

Отдел почвоведения Кафедры хозяйственной геодезии Варшавского политехнического института

Резюме

Исследовали 6 профилей типичных ржавых почв образованных из триассовых песчаников. На всех исследуемых почвах расположенных в районе Сухеднёва Свентокшиского горного массива произрастает лесная растительность. Содержание Mn, Zn, Cu, Co, Ni, Pb, Cd и Cr определяли по методу атомной абсорбционной спектрометрии в растворах полученных в результате обработки почвенных образцов хлорной кислотой.

В анализированных почвах наблюдалось очень четкое повышение содержания микроэлементов в подстилочном горизонте A_0 по отношению к материнской породе. Это касается особенно марганца и цинка, накопление которых в указанных горизонтах на около 15–20 раз выше. На основании полученных результатов можно предполагать, что биологическая кумуляция является одним из важнейших факторов, влияющих на накапливание микроэлементов в подстилочных горизонтах типичных лесных ржавых почв.

С точки зрения распределения микродеделения микроэлементов в профилях типичных ржавых почв можно их разделить на три группы:

1. хром, никель и кобальт, накапливаемые в относительно небольшой степени только в подстилочных горизонтах, по всей вероятности в результате загрязнений,

2. марганец, цинк и медь в подстилочных горизонтах накапливаемые в крупных количествах как в подстилочных так и гумусных горизонтах в результате биологического оборота минеральных элементов,

3. свинец и кадмий, которые заметно накапливались особенно в подстилочных горизонтах, по всей вероятности в связи с хозяйственной деятельностью человека.

Распределение марганца в профилях ржавых почв связано с ходом почвообразовательного процесса. Четкое накопление этого микроэлемента установлено в горизонтах ржавого цвета. В этих горизонтах содержатся также более высокие количества окисей железа и алюминия.

Не установлено влияние концентраций микроэлементов в материнской породе на их содержание в верхних горизонтах. Об этом может свидетельствовать очень однородный гранулометрический состав материнских пород очень однородный гранулометрический состав.

P. SKŁODOWSKI, A. MACIEJEWSKA

TRACE ELEMENTS IN RUSTY SOILS DEVELOPED FROM TRIASSIC SANDSTONES

Institute of Applied Geodesy, Technical University of Warsaw

Summary

Six profiles of proper rusty soils developed from Triassic sandstones were investigated. All the soils under study situated in the Suchedniów region of the Świętokrzyskie Mountains are overgrown with forest vegetation. The content of Mn, Zn, Cu, Co, Ni, Pb, Cd and Cr was determined by the atomic adsorption spectrometry

method in solutions obtained in consequence of treatment of soil samples with perchloric acid.

In all soils analyzed a vere distinct increase of the content of microelements in the A_0 horizon of litters in relation to parent rocks has been found. It concerns, particularly, maganese and zinc, the accumulation of which in this horizon is dozen or so times higher. The results obtained allow to presume that the biological cumulation is one of some important factors affecting the accumulattion of trace elements in the horizon of forest litters.

The proper rusty soils can be divided from the viewpoint of distribution of trace elements in them into three groups, viz.:

1. chromium, nickel and cobalt, which accumulated only to a relatively low degree in the litter horizon, most probably in consequence of contaminations,
2. manganese, zinc and copper, which accumulated in great amounts both in litter and humus horizons in consequence of biological circulation of mineral elements,
3. lead and cadmium, which accumulated distinctly, particularly in the horizon of litters, presumably in consequence of economic activity of man.

The distribution of manganese in the profiles of rusty soils is connected with the soil-forming process course. A distinct accumulation of this element was found in rust-coloured horizons Br. These horizons are characterized also by a high content of iron and aluminium oxides.

Not any effect of the concentration of trace elements in the parent rock on their content in upper layers was observed. Of it a very uniform granulometric composition of parent rocks and their approximate chemical composition bear evidence.

Doc. dr hab. Piotr Skłodowski
Instytut Geodezji Gospodarczej PW
Warszawa, plac Jedności Robotniczej 1

Wpłynęło do redakcji 1984.01.27