

PROFILOWE ROZMIESZCZENIE Cu, Zn I Mn W GLEBACH LEŚNYCH PARKU KRAJOBRAZOWEGO „GÓRY OPAWSKIE”

Stanisława Strączyńska, Tomasz Szlachta

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Zawartość metali ciężkich w naturalnych siedliskach leśnych, niepodlegających bezpośrednio wpływom antropogenicznym, zależy przede wszystkim od rodzaju skały macierzystej, składu mineralogicznego i granulometrycznego, tempa wietrzenia i procesu glebotwórczego [CZARNOWSKA 1996; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Dodatkowymi czynnikami wpływającymi na koncentrację i rozmieszczenie pionowe mikropierwiastków w profilu są zróżnicowane siedliska oraz sposób użytkowania terenu [LASKOWSKI i in. 1983; MACIASZEK 1983; KOCOWICZ 2000]. Wzrastająca od kilku lat ilość badań przeprowadzanych w glebach terenów górzystych wciąż jednak nie pozwala na jednoznaczne i pełne określenie zawartości naturalnych, tzw. tła geochemicznego [BROŻEK i in. 2003]. Wynika to z dużego zróżnicowania skał macierzystych, odmiennych warunków klimatycznych i silnie urzeźbionego terenu w odniesieniu do terenów nizinnych. Dlatego dużej ostrożności wymaga stosowanie pojęcia tła geochemicznego w ocenie zawartości metali śladowych oraz szacowanie stopnia zanieczyszczenia tymi pierwiastkami gleb terenów górzystych [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999; BROŻEK i in. 2003].

Celem badań było określenie wpływu rodzaju skały macierzystej na kształtowanie się całkowitej zawartości miedzi, cynku i manganu w wietrzeniowych glebach leśnych Parku Krajobrazowego „Góry Opawskie”, położonego w Sudetach Wschodnich.

Materiały i metody

Badaniami objęto zróżnicowane typologicznie leśne gleby wietrzeniowe sytuowane na dwóch transektach. Pierwszy wytyczono w masywie Długoty zbudowanej z dolnokarbońskich szarogłazów w przedziale wysokościowym 380–482 m n.p.m. Drugi transekt zlokalizowano na południowym stoku Biskupiej Kopy w przedziale wysokościowym 502–890 m n.p.m., zbudowanej z górnodewońskich łupków fyllitowych. Masyw Długoty porośnięty jest lasem mieszanym wyżynnym przechodzącym w las mieszany, natomiast obszar Biskupiej Kopy porasta bór mieszany górski, przechodzący w las górski. Obiektem badań były gleby brunatne

kwaśne (Dystric Cambisols), rankery brunatne (Lepti-Dystric Cambisols) oraz ranker właściwy (Dystric Leptosols).

Ze wszystkich poziomów genetycznych pobrano próbki glebowe i oznaczono podstawowe właściwości fizykochemiczne: udział części spławialnych i iłu koloidalnego w składzie granulometrycznym metodą Bouyoucosa w modyfikacji Casagrande'a i Prószyńskiego, pH potencjometrycznie w 1 mol $\text{KCl} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz zawartość węgla organicznego metodą spektrometrii NDiR analizatorem CS-MAT 5500. Zawartość form całkowitych Cu, Zn i Mn oznaczono techniką absorpcyjnej spektrofotometrii atomowej (ASA) po uprzednim zmineralizowaniu próbek kwasem nadchlorowym.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie przeprowadzonych analiz i danych zamieszczonych w tabelach 1 i 2 stwierdzono, że wszystkie badane gleby wytworzone z łupków fyllitowych oraz gleby brunatne kwaśne wytworzone z szarogłazów wykazywały w częściach ziemistych uziarnienie glin średnich pylastych. Tylko ranker brunatny (DLI) oraz poziomy AB_{br} i B_{br} gleby brunatnej kwaśnej (DL3) miały uziarnienie odpowiadające glinie ciężkiej pylastej. W rankerze brunatnym (KB3) i w glebie brunatnej kwaśnej (KB4) wytworzonej z fyllitów zawartość części spławialnych wahała się w przedziale 35–47%, a iłu koloidalnego 2–5%. Ranker brunatny (DLI) oraz gleby brunatne kwaśne (DL2 i DL3) wytworzone z szarogłazów wyróżniały się większą zawartością części spławialnych (41–54%) oraz iłu koloidalnego (6–15%).

Tabela 1; Table 1

Zawartość Cu, Zn i Mn oraz niektóre właściwości badanych gleb
na transekcie Biskupia Kopa

Content of Cu, Zn and Mn and some properties of soils in Biskupia Kopa transect

Nr profilu No. profile Typ gleby; Soil unit Drzewostan Forest stand m n.p.m.; m a.s.l.	Po- ziom Soil hori- zon	Głębo- kość Depth (cm)	% frakcji Fraction % ø mm		pH 1 mol KCl·dm ⁻³	C org. Organic C (g·kg ⁻¹)	Całkowita zawartość Total content (mg·kg ⁻¹)		
			<0,02	<0,002			Cu	Zn	Mn
Biskupia Kopa – Łupek fyllitowy; Phyllites									
KB1 Ranker właściwy Dystric Leptosols Bór mieszany górski; Mixed mo- untain forest 890	O _i	5–3	n.w.	n.w.	2,7	419	19,0	81,5	180,0
	O _h	3–0	n.w	n.w.	2,5	257	43,1	92,3	189,0
	AC	0–10	46	8	3,2	89	39,2	67,3	2310,0
	CR	10–30	46	8	3,9	32	17,1	87,2	1822,0
KB3 Ranker brunatny Lepti-Dystric Cam- bisols Bór mieszany górski; Mixed mo- untain forest 769	O _i	5–2	n.w.	n.w.	2,7	410	18,5	65,0	354,0
	O _h	2–0	n.w.	n.w.	2,3	226	42,3	62,3	138,0
	AB _{br}	0–15	39	2	3,2	36	15,5	56,0	1070,0
	AB _{br} C	15–50	43	2	3,7	20	23,2	79,2	1103,0
	CR	< 50	47	5	3,8	15	20,3	90,1	1627,0

KB4	O _i	11–5	n.w.	n.w.	3,1	372	16,0	87,0	782,0
Gleba brunatna kwaśna; Dystric Cambisols	O _h	5–0	n.w.	n.w.	2,5	191	83,3	150,5	514,0
Las górski; Mountain forest	AB _{br}	0–16	43	3	3,3	64	31,1	41,7	1460,0
502	C	16–32	35	3	3,9	23	23,1	35,6	1043,0
	CR1	32–90	37	4	4,0	6	15,6	51,6	2386,0
	CR2	90–110	37	4	3,9	5	12,4	60,0	2698,0

n.w. – nie wykryto; not found

Tabela 2; Table 2

Zawartość Cu, Zn i Mn oraz niektóre właściwości badanych gleb na transekcie Długota
Content of Cu, Zn and Mn and some properties of soils in Długota transect

Nr profilu No. profile Typ gleby; Soil unit Drzewostan; Forest stand m n.p.m.; m a.s.l.	Poziom Soil horizon	Głębokość Depth (cm)	% frakcji Fraction % ø mm		pH 1 mol KCl·dm ⁻³	C org. Organic C (g·kg ⁻¹)	Całkowita zawartość Total content (mg·kg ⁻¹)		
			<0,02	<0,002			Cu	Zn	Mn
Długota – Szarogłaz; Graywackes									
DLI	O _i	5–3	n.w.	n.w.	3,8	378	9,5	89,0	1648,0
Ranker brunatny	O _h	3–0	n.w.	n.w.	2,8	262	15,1	105,0	906,0
Lepti-Dystric Cambisols	AB _{br}	0–15	51	10	3,0	28	13,5	132,0	1128,0
Las mieszany wy- żynny; Mixed uplands forest 482	CR	15–50	53	10	2,9	10	17,0	86,5	721,5
DL 2	O _i	8–6	n.w.	n.w.	2,8	414	10,0	102,0	559,5
Gleba brunatna	O _h	6–0	n.w.	n.w.	2,6	220	13,0	94,0	460,4
kwaśna; Dystric	A	0–6	47	6	2,8	47	4,0	46,0	101,2
Cambisols	B _{br}	6–30	50	7	3,7	23	3,5	48,5	116,0
Las mieszany	C	30–60	41	9	3,6	11	2,0	39,3	180,1
Mixed forest 470	II C	> 60	42	9	3,7	5	1,5	30,5	107,0
DL 3	O _i	10–4	n.w.	n.w.	3,7	357	11,5	75,5	1778,0
Gleba brunatna	O _h	4–0	n.w.	n.w.	2,7	240	17,6	93,2	290,8
kwaśna; Dystric	A	0–4	46	9	2,8	42	6,5	79,0	274,0
Cambisols	AB _{br}	4–20	51	12	3,4	11	10,7	88,4	352,0
Las mieszany	B _{br}	20–40	54	15	3,4	5	13,5	98,5	616,0
Mixed forest 380	C	40–80	49	13	3,5	2	10,5	63,0	425,5

n.w. – nie wykryto; not found

Odczyn w poziomach genetycznych porównywanych gleb był silnie kwaśny, gdyż pH wahało się w przedziale 2,3–4,0. W większości profilów wartości pH były niższe w poziomach organicznych (2,3–3,1) i nieco wyższe w poziomach skały maciejskiej (3,5–4,0).

W obrębie transektów największą zawartość węgla organicznego odnotowano w podpoziomach O_i rankerów brunatnego (DLI) oraz właściwego (KB1),

położonych w partiach szczytowych, a najmniejszą w glebach brunatnych kwaśnych (DL3 i KB4), umiejscowionych w dolnych częściach obu masywów. Zawartość węgla organicznego w podpoziomach O_1 gleb wytworzonych z fyllitów wahała się w przedziale 419–372 g·kg⁻¹, a w glebach powstałych z szarogłazów pomiędzy 378–357 g·kg⁻¹. We wszystkich profilach podpoziom O_1 zawierał więcej węgla organicznego od niższych podpoziomów O_{fh} lub O_h . Wraz z głębokością badanych profili, na obu transektach zawartość węgla organicznego w poziomach mineralnych ulegała zmniejszeniu od 89 g·kg⁻¹ w poziomie AC najwyżej położonego rankera właściwego (KB1) do 2 g·kg⁻¹ w poziomie skały macierzystej najniżej położonej gleby brunatnej kwaśnej (DL3).

Największą zawartością miedzi charakteryzowały się gleby (KB1, KB3, KB4) wytworzone z fyllitów Kopy Biskupiej. Wahała się ona w przedziale od 83,3 mg·kg⁻¹ w poziomie organicznym O_{fh} gleby brunatnej kwaśnej do 12,4 mg·kg⁻¹ w skale macierzystej tejsze gleby. Całkowita zawartość Cu w glebach wytworzonych z szarogłazów (profile DLI, DL2, DL3) zlokalizowanych wmasywie Długoty była kilka razy mniejsza i wahała się od 17,6 mg·kg⁻¹ w poziomie organicznym O_{fh} do zaledwie 1,5 mg·kg⁻¹ w poziomie skały macierzystej gleby brunatnej kwaśnej. Wyraźnie zaznaczyła się tendencja do akumulacji miedzi w podpoziomie O_{fh} o mniejszej niż w podpoziomie O_1 zawartości C org., ale z bardziej rozłożoną materią organiczną. Świadczy to o pewnej ruchliwości tego pierwiastka i potwierdza występowanie miedzi w formach związanych z próchnicą [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Koncentracja miedzi we wszystkich glebach wytworzonych z szarogłazów była niższa od wartości dopuszczalnej wg ustawy dla obszarów chronionych (< 30 mg·kg⁻¹ s.m. gleby) [ROZPORZĄDZENIE 2002]. Przekroczenie tej wartości nastąpiło tylko w poziomach organicznych gleb wytworzonych z fyllitów. Zawartość miedzi w poziomach mineralnych gleb na transekcie Kopy Biskupiej była niższa niż w poziomach powierzchniowych i nie przekroczyła wartości 74 mg·kg⁻¹, podawanej przez BROŻKA i in. [2003] za naturalną.

Zawartość cynku w glebach wytworzonych z szarogłazów mieściła się w przedziale 30,5–132,0 mg·kg⁻¹. Podobną koncentrację tego pierwiastka, rzędu 36,6–150,5 mg·kg⁻¹, odnotowano w glebach wytworzonych z fyllitów. Na obu transektach rozmieszczenie profili cynku było nierównomierne i bardziej związane z zawartością części spławialnych niż z ilością węgla organicznego. Stwierdzono bowiem związek zawartości cynku w poziomach mineralnych z ilościowym rozmieszczeniem części spławialnych we wszystkich badanych glebach, z wyjątkiem obiektów (DLI i KB1) w partiach szczytowych obu transektów. Jedynie na glebach wytworzonych z szarogłazu wyraźnie najwyższą koncentrację tego pierwiastka odnotowano w poziomach brunatnienia. Wynika to ze specyfiki przebiegu procesu brunatnienia oraz łatwości wiązania cynku przez tlenki żelaza i manganu [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Stosunkowo wysoka zawartość cynku w poziomach O_{fh} gleby brunatnej kwaśnej wytworzonej z fyllitów i rankera brunatnego wytworzonego z szarogłazów (odpowiednio 150 i 105 mg·kg⁻¹) oraz w poziomie O_1 gleby brunatnej kwaśnej (DL2) na szarogłazie (102 mg·kg⁻¹) nieznacznie przekraczała wartość dopuszczalną dla gleb obszarów chronionych, wynoszącą 100 mg·kg⁻¹ gleby.

Zawartość manganu w poziomach mineralnych badanych gleb była wysoka i wahała się w szerokich granicach. W glebach wytworzonych z szarogłazów układała się w sposób nieregularny i oscylowała pomiędzy 101 a 1128 mg·kg⁻¹, natomiast w glebach powstałych z łupków fyllitowych od 1043 do 2698 mg·kg⁻¹

i na ogół wzrastała wraz z głębokością. Tak zróżnicowane wartości były niewątpliwie odzwierciedleniem wpływu wyższego dla łupków fyllitowych naturalnego tła geochemicznego. Według BROŻKA i in. [2003] naturalna zawartość Mn w łupkach fyllitowych jako skałe macierzystej jest jeszcze wyższa od odnotowanych w przeprowadzonych badaniach i wynosi $4040 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

W analizowanych profilach na Kopie Biskupiej poziomy organiczne zawierały mniejsze ilości manganu ($138,0\text{--}782,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) niż poziomy wzbogacania i skały macierzystej. Odwrotnie kształtował się ten układ w glebach usytuowanych na Długocie. Koncentracja manganu w poziomie O_1 była nawet kilkakrotnie razy wyższa ($559,5\text{--}1778,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) niż w poziomach podpowierzchniowych.

Z reguły we wszystkich poziomach organicznych analizowanych gleb zawartość manganu zmniejszała się w poziomach O_n w stosunku do poziomu O_1 . Podobną prawidłowość opisali w swych badaniach DROZD i in. [1998]. Prawdopodobnie było to determinowane przewagą procesów biologicznej akumulacji nad wiązaniem tego pierwiastka przez będącą w większym stopniu rozłożoną materię organiczną [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999]. Mogło to być także związane z różnym składem ściółek, gdyż gleby masywu Długoty porastał las mieszany, a masywu Kopy Biskupiej bór mieszany górski.

Wnioski

1. Zawartość miedzi i manganu w badanych glebach wykazywała związek z rodzajem skały macierzystej i była większa w glebach wytworzonych z łupków fyllitowych niż z szarogłazów.
2. Największą zawartość miedzi stwierdzono w poziomach powierzchniowych O_n z silnie rozłożoną materią organiczną.
3. Rodzaj skały macierzystej nie różnicował zawartości cynku w badanych glebach.
4. Zawartość manganu była większa w głębi profilu gleb wytworzonych z fyllitów, a w glebach powstałych z szarogłazów koncentrowała się ona głównie w poziomach organicznych.

Literatura

- BROŻEK S., GRZYWNOWICZ L., WOJCIECHOWICZ A. 2003. *Metale ciężkie w skałach macierzystych gleb leśnych Polski*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 493: 53–63.
- CZARNOWSKA K. 1996. *Ogólna zawartość metali ciężkich w skałach macierzystych jako tło geochemiczne gleb*. Roczn. Gleb. T. XLVII, supl.: 43–50.
- DROZD J., LICZNAK M., WEBER J., LICZNAK S., JAMROZ E., DRADRACH A., MASTALSKA-CETERA B., ZAWERNY T. 1998. *Degradacja gleb w niszczonej ekosystemach Karkonoszy i możliwości jej zapobiegania*. PTSH, Wrocław: 125 ss.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN, Warszawa: 398 ss.

KOCOWICZ A. 2000. *Porównanie zawartości wybranych metali ciężkich w darniowych i leśnych glebach górskich*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 471: 1005–1012.

LASKOWSKI S., SZERSZEŃ L., ROSZYK E. 1983. *Mikroelementy w różnych rodzajach i kategoriach brunatnych gleb wietrzeniowych Sudetów*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242: 43–50.

MACIASZEK W. 1983. *Badania nad zawartością mikroelementów w wybranych glebach drzewostanów świerkowych Beskidu Śląskiego i Beskidu Małego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 242: 641–649.

ROZPORZĄDZENIE 2002. *Rozporządzenie ministra środowisk w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi*. Dz.U. Nr 165, poz. 1358 i 1359.

Słowa kluczowe: łupki fyllitowe, szarogłazy, miedź, cynk, mangan, Góry Opawskie

Streszczenie

Analizowano całkowitą zawartość miedzi, cynku i manganu w wietrzeniowych glebach leśnych wytworzonych z szarogłazów i łupków fyllitowych. Zawartość badanych pierwiastków była większa w glebach wytworzonych z łupków fyllitowych niż z szarogłazów. Cu w największej koncentracji występowała w poziomie O_{fh} . Rodzaj skały macierzystej nie różnicował zawartości cynku w badanych glebach. Zawartość manganu była większa w głębi profilu gleb wytworzonych z fyllitów, a w glebach powstałych z szarogłazów koncentrowała się ona głównie w poziomach organicznych.

DISTRIBUTION OF Cu, Zn AND Mn IN THE PROFILES OF FOREST SOILS AT LANDSCAPE PARK OF OPAWSKIE MOUNTAINS

Stanisława Strączyńska, Tomasz Szlachta

Institute of Soil Science and Agricultural Environment Protection,
Agricultural University, Wrocław

Key words: phyllites, graywackes, copper, zinc, manganese, Opawskie Mountains

Summary

Total copper, zinc and manganese contents were analysed in weathering forests soils, formed from graywackes and phyllites. The contents of microele-

ments were higher in phyllites soils than in the graywackes. The highest Cu concentration occurred in O_{fh} horizon. Kind of the mother rock did not make any difference in the zinc amount in. The amount of Mn was higher in the lower horizons of phyllite soils while in the graywacke soils the highest concentration was in organic horizons.

Dr hab. Stanisława **Strączyńska**, prof. AR
Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego
Akademia Rolnicza
ul. Grunwaldzka 53
50-357 WROCŁAW
e-mail: strostan@ozi.ar.wroc.pl