

GRZEGORZ KUSZA ***WYBRANE PIERWIASTKI ŚLADOWE W GLEBACH
REZERWATU LEŚNEGO "BAZANY"**

Słowa kluczowe: rezerwat leśny "Bazany", gleby biellicowo-rdzawe, pierwiastki śladowe

Streszczenie

Dotychczasowe publikacje zawierają informacje o zanieczyszczeniu gleb metalami ciężkimi głównie na obszarach przemysłowych, aglomeracjach miejskich oraz terenach wiejskich. Gleby terenów leśnych były badane sporadycznie. Celem tej pracy było poznanie rozmieszczenia zawartości cynku, miedzi, ołowiu i kadmu w profilach gleb leśnych rezerwatu częściowego „Bazany”. Na obszarze rezerwatu występują gleby biellicowo-rdzawe wytworzone z piasków wodnolodowcowych. W przeprowadzonych badaniach stwierdzono wysokie nagromadzenie wszystkich badanych metali ciężkich w poziomach organicznych i próchniczo-ehluwialnych. Ponadto odnotowano, iż wraz z głębokością w profilu glebowym zmniejsza się zawartość pierwiastków śladowych.

Wstęp

W pracach badawczych prowadzonych w ostatnich latach zwraca się szczególną uwagę na określenie stanu atmosfery, wód powierzchniowych i głębinowych, a także biosfery, poprzez ciągłe lub okresowo powtarzane pomiary i obserwacje. Gleba należy do tych komponentów środowiska przyrodniczego, które posiada najslabiej dotychczas rozwinięty system monitoringu. Wyznaczone punkty do systematycznej kontroli gleby są nieliczne i wzajemnie mało powiązane. W celu stwierdzenia występowania zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi prowadzono dotychczas badania w aglomeracjach miejskich, na terenach wiejskich, a także przemysłowych [Drozd i in. 1995, Gworek 1986, Strzyszc 1995]. W kompleksowym podejściu do tego zagadnienia powinny zostać uwzględnione przede wszystkim gleby obszarów leśnych, charakteryzujące się nienaruszonym układem poziomów genetycznych. Stwarza to możliwość wyznaczenia warstwy o największej kumulacji pierwiastków śladowych w profilu

* Uniwersytet Opolski; Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi

glebowym oraz wskazania źródła ich pochodzenia [Niemyska-Łukaszuk i in. 1997]. W sposób szczególny, do prac związanych z monitorowaniem zmian w środowisku przyrodniczym, mogą posłużyć rezerwaty leśne [Kusza i in. 2001]. Obszary objęte ochroną konserwatorską charakteryzują się występującą pierwotnie szatą roślinną oraz brakiem zabiegów gospodarczych w typowym użytkowaniu terenów leśnych. Do zalet wykorzystywania rezerwatów można zaliczyć również ich przestrzenny układ na obszarze danego województwa czy regionu. Występują one zarówno na terenach bezpośrednio narażonych na oddziaływanie antropopresji przemysłowej, jak również w miejscach nieskażonych.

Celem niniejszej pracy było poznanie zawartości i rozmieszczenia wybranych pierwiastków śladowych: cynku, miedzi, ołowiu i kadmu w profilach gleb leśnych rezerwatu „Bazany”.

Materiały i metody

Badaniami objęto cztery profile gleb należących zgodnie z klasyfikacją Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego do działu: gleb autogenicznych, rzędu: bielicoziemnych, typu: rdzawych, podtypu: bielicowo-rdzawych, występujących na obszarze rezerwatu leśnego „Bazany”. Rezerwat ten położony jest w województwie opolskim na terenie obrębu Laskowice Małe w Nadleśnictwie Kluczbork w odległości około 500 m od miejscowości Bazany. Zajmuje oddziały 24b, 26a i 26b o łącznej powierzchni 22,02 ha. Obiektem ochrony rezerwatu objęto naturalny drzewostan sosnowy.

Skład granulometryczny gleb oznaczono metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego. Podstawowe właściwości fizykochemiczne gleb oznaczono następującymi metodami: odczyn – potencjometrycznie, węgiel ogółem – Tiurina, kwasowość hydrolityczna i suma kationów zasadowych – Kappena [Ostrowska i in. 1991]. Pierwiastki śladowe (cynk, miedź, ołów i kadm) oznaczono metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej po uprzednim trawieniu próbek glebowych roztworem 2M HNO₃. Uzyskane wyniki zawartości metali ciężkich porównano z wartościami progowymi przyjętymi w Szwajcarii (dla wyciągu w 2M HNO₃) [VSB0 1987].

Wyniki i dyskusja

Gleby bielicowo-rdzawe wytworzone z piasków wodnolodowcowych mają wyraźnie rozwinięte poziomy genetyczne: organiczny O, próchniczno-eluwalny AEes, wzbogacenia Bfe Bv, skały macierzystej C. W jednym z anali-

zowanych profili stwierdzono występowanie poziomu Ab pozwalającego na zakwalifikowanie tej odkrywki do gleb kopalnych. Analizowane gleby wykazują skład granulometryczny piasków luźnych o przewadze frakcji piasku średniego i drobnego. Zawartość pyłu jest niewielka i wynosi od 2% w skale macierzystej do 6% w poziomach wierzchnich. Natomiast ilość części spławialnych waha się od 0% do 4%, przy czym nie zanotowano występowania łu koloidalnego. Udział części szkieletowych w poziomach genetycznych jest niewielki i ilościowo prawie jednolity. Gleby obiektu mają odczyn silnie kwaśny (tab. 1).

Tabela 1. Wybrane właściwości gleb bielcowo - rdzawych

Table 1. Selected properties of podzolic-rusty soils

Nr profilu Profile no.	Poziom genet. Genetic horizon	Głębokość pobrania Sampling depth [cm]	C ogółem C total %	pH w – in 1 M KCl	Kwas. hydrolyt. Hydrolytic acidity	Suma kat. wym. Sum of exchangeable cations	Pojemność sorpcyjna Sorption hydrolytic capacity	Stopień wysycenia kationami zasad. Saturation degree with bases
								me/100 g gleby
1	O	0-2,5	38,7	3,6	64,10	12,60	76,70	16,43
	AE _{es}	2,5-16	2,3	3,7	9,40	1,45	10,85	13,36
	B _{fe} B _v	16-50	0,1	4,1	3,80	0,80	4,60	17,39
	C	50-130	-	4,5	1,20	0,40	1,69	25,00
2	O	0-1,5	32,8	3,4	74,25	18,00	2,25	19,51
	AE _{es}	1,5-14	2,9	3,9	5,22	1,60	7,82	20,46
	B _{fe} B _v	14-55	1,3	4,6	1,55	0,40	1,95	20,51
	C	55-120	-	4,6	0,75	0,40	1,15	34,78
3	O	0-2,5	41,3	3,2	67,26	15,22	82,48	18,45
	AE _{es}	2,5-17	0,9	3,7	3,94	0,85	4,79	17,75
	B _{fe} B _v	17-52	0,4	4,3	1,76	0,69	2,45	28,16
	C	52-130	-	4,5	0,39	0,12	0,51	23,53
4	O	0-2,5	40,3	3,7	65,42	26,24	91,66	28,63
	AE _{es}	2,5-14	2,1	3,9	3,87	1,23	8,64	22,11
	A _b	14-25	3,2	3,8	5,89	0,89	6,78	13,12
	B _{fe} B _v	25-55	0,4	4,4	1,88	0,62	2,50	24,80
	C	55-130	-	4,4	1,13	0,41	1,54	26,62

Wartości odczynu w 1 M KCl wynoszą w poziomach organicznych od 3,2 do 3,7 i wzrastają wraz z głębokością w profilu glebowym osiągając pH 3,7-3,9 w poziomach próchniczno-eluwialnych AEes, a w skale macierzystej od 4,4 do 4,6. Stopień wysycenia kationami zasadowymi gleb bielcowo-rdzawych jest niski i w poziomach próchniczno-eluwialnych AEes i kopalnym Ab waha się od

13-20%, a w poziomach wzbogacenia – Bfe i Bv wynosi 17-28%. Największą kwasowością hydrolityczną charakteryzują się poziomy organiczne, w których odnotowano wartości w granicach 64,10-74,25 me/100 g gleby. Podobnie, maksymalne zawartości węgla ogółem stwierdzono w poziomach organicznych i mieściły się one w przedziale od 32,8 do 41,3 %.

Wyniki analizy zawartości pierwiastków śladowych w poszczególnych poziomach genetycznych badanych profili glebowych prezentuje tabela 2.

Cynk. W badanych glebach największą zawartość cynku stwierdzono w poziomach organicznych, w których wahała się ona w granicach 29,7-64,0 mg/kg s.m. (tab.2). W poziomach tych zanotowano także wysoki współczynnik wzbogacenia w stosunku do skały macierzystej, wynoszący średnio 34,4. Nagromadzenie cynku obserwowano również w pozostałych poziomach gleb bielcowo-rdzawych, jednakże było ono stosunkowo mniejsze niż w poziomach organicznych. Współczynnik wzbogacenia w cynk dla poziomów próchniczno-eluwialnych wynosił średnio 2,9 a dla poziomów rdzawych 2,1. W glebie, nie stwierdzono przekroczenia wartości dopuszczalnych, które dla cynku wynoszą 200 mg/kg s.m.

Miedź. Zawartość miedzi w poziomach organicznych wahała się w niewielkich granicach 5,7-8,9 mg/kg s.m. (tab. 2). Poziomy organiczne wykazywały przeciętnie 7,4-krotnie więcej miedzi niż skała macierzysta. Natomiast w poziomach próchniczno-eluwialnych i rdzawych miedź występowała średnio w ilości 1,1-1,8 mg/kg s.m. Podobnie jak w przypadku cynku, nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych wartości progowych dla miedzi (50 mg/kg s.m.).

Ołów. Największą zawartość ołowiu stwierdzono w poziomach organicznych i próchniczno-eluwialnych badanych gleb, gdyż utrzymywała się ona odpowiednio w zakresach 28,1-48,2 oraz 7,4-15,0 mg/kg s.m. (tab. 2). Poziomy organiczne charakteryzowały się najwyższą zasobnością tego pierwiastka, zawierając średnio 116,8 krotnie więcej ołowiu niż skały macierzyste. Natomiast w poziomach próchniczno-eluwialnych zawartość ołowiu była 33,4 krotnie większa niż w skale macierzystej. Poziomy rdzawe cechowa mała zawartość ołowiu, zbliżona do występującej w skale macierzystej. Wartość progowa wynosi dla ołowiu 50 mg/kg s.m., w badanych glebach nie odnotowano jej przekroczenia.

Kadm. Występowanie kadmu stwierdzono jedynie w poziomach organicznych (od 0,5 do 0,7 mg/kg s.m.) i próchniczno-eluwialnych (od ilości śladowej do 0,1 mg/kg s. m.) (tab. 2). W badanych próbkach gleb nie stwierdzono przekroczenia wartości granicznej dla wyciągu w 2M HNO₃, które w przypadku kadmu wynoszą 0,8 mg/kg s.m.

Tabela 2. Zawartość cynku, miedzi, ołowiu i kadmu w s.m. w glebach bielico-wo-rdzawych

Table 2. Content of Zn, Cu, Pb and Cd in d.m. in podzolic-rusty soils

Nr profilu Profile no.	Poziom genetyczny Genetic horizon	Głębokość pobrania Sampling depth [cm]	Zn		Cu		Pb		Cd	
			mgkg ⁻¹ a		mgkg ⁻¹ a		mgkg ⁻¹ a		mgkg ⁻¹ a	
1	O	0-2,5	64	40	7,2	7,2	28,1	70,2	0,7	-
	AE _{es}	2,5-16	4,8	3	2,2	2,2	15,0	37,5	0,1	-
	B _{fe} B _v	16-50	3,2	2	1,1	1,1	0,5	1,2	<0,01	-
	C	50-130	1,6	-	1,0	-	0,4	-	<0,01	-
2	O	0-1,5	29,7	21,2	5,7	6,3	30,4	152,0	0,5	-
	AE _{es}	1,5-14	6,3	4,5	2,1	2,3	10,9	54,5	0,1	-
	B _{fe} B _v	14-55	3,6	2,6	1,2	1,3	0,3	1,5	<0,01	-
	C	55-120	1,4	-	0,9	-	0,2	-	<0,01	-
3	O	0-2,5	37,7	53,8	5,7	8,1	48,2	160,6	0,6	-
	AE _{es}	2,5-17	2,0	2,8	1,1	1,6	8,4	23,0	<0,01	-
	B _{fe} B _v	17-52	1,8	2,6	0,6	0,9	0,3	1,0	<0,01	-
	C	52-130	0,7	-	0,7	-	0,3	-	<0,01	-
4	O	0-2,5	43,1	22,7	8,9	8,1	31,4	78,5	0,5	-
	AE _{es}	2,5-14	3,1	1,6	1,9	1,7	7,4	18,5	<0,01	-
	A _b	14-25	2,8	1,5	1,6	1,5	3,5	8,7	<0,01	-
	B _{fe} B _v	25-55	2,1	1,2	1,4	1,3	0,3	0,7	<0,01	-
	C	55-130	1,9	-	1,1	-	0,4	-	<0,01	-

a – współczynnik wzbogacenia obliczony w stosunku do skały macierzystej

a – enrichment coefficient calculated in relation to the parent material

Zawartość pierwiastków śladowych w glebach ukształtowana została w określonych warunkach ekologicznych. Zależy ona głównie od zasobności skały macierzystej i procesów glebotwórczych oraz w mniejszym stopniu od działalności człowieka i czynników klimatyczno-biologicznych. Do czynników, które wpływają na rozpuszczalność, migrację i przyswajalność pierwiastków śladowych w glebach, należą: odczyn gleby, zawartość substancji organicznej, wodorotlenków żelaza, manganu i glinu oraz minerałów ilastych [Kabata-Pendias, Pendias 1993]. Niska zawartość ołowiu i cynku w skałe macierzystej badanych gleb pozwala wnioskować, że wzbogacenie poziomów organicznych i próchniczno-eluwialnych jest wynikiem antropopresji, np. wpływu opadu pyłów pochodzących z przemysłowej działalności człowieka. Podobne wyniki otrzymali Skłodowski i Maciejewska [1986] i Strzyszc [1995]. Zawartość kadmu stwierdzona w poziomach organicznych badanych gleb oraz śladowe jego ilości w głębszych poziomach genetycznych również wskazują na możli-

wość jego antropogenicznego pochodzenia. Zbliżone wyniki dla gleb leśnych Opolszczyzny otrzymał Strzyszc [1995] notując wyższe zawartości kadmu w warstwach wierzchnich.

Analiza statystyczna uzyskanych wyników wykazała dodatnią korelację pomiędzy zawartością węgla ogółem, a ołowiu, cynku, miedzi i kadmu natomiast ujemną między zawartością badanych pierwiastków śladowych a odczynem gleby (tab. 3). Podobne wyniki analizy statystycznej otrzymali Drozd i in. [1995], Gworek [1986], Kabata-Pendias i Pendias [1993].

*Tabela 3. Współczynnik korelacji pomiędzy zawartością węgla organicznego, odczynem a metalami ciężkimi (cynkiem, miedzią i ołowiem), * przy $p < 0,05$*

*Table 3. Correlation coefficients between organic carbon content, pH-reaction and heavy metal content (Zn, Cu, Pb), *by $p < 0,05$*

Parametry	Zn	Cu	Pb
C og	0,9500*	0,9636*	0,9366*
pH KCl	-0,4654	-0,4997*	-0,6786*

Wnioski

- Poziomy organiczne i próchniczno-eluwialne badanych gleb bielcowo-rdzawych wykazują wyraźną akumulację cynku, miedzi, ołowiu i kadmu. Wraz z głębokością zmniejsza się zawartość wymienionych pierwiastków.
- Wysokie nagromadzenie cynku i ołowiu w powierzchniowych poziomach gleb rezerwatu związane jest z antropopresją środowiska.
- Analiza statystyczna wykazała istotną korelację między zawartością miedzi w wierzchnich poziomach genetycznych badanych gleb a skałą macierzystą. Ponadto dodatnią korelację wykazano pomiędzy zawartością węgla ogółem a wszystkimi badanymi pierwiastkami śladowymi, natomiast ujemną między zawartością pierwiastków śladowych, a odczynem gleby.

Literatura

1. *Commentary on the ovollance relating to pollutants in soil* (VSBo; of June 9, 1986), Published by the Swiss Federal Office of Environment, Forests and Landscape (FOEFL) 1987
2. DROZD J., LICZNAR M., WEBER J.: *Zawartość metali ciężkich w podpoziomach próchnicy nadkładowej w glebach degradowanych ekosystemu*

- leśnego w Karkonoszach. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. Supplement. 418, 851-857, 1995*
3. GWOREK B.: *Zawartość rozpuszczalnych pierwiastków śladowych w glebach wytworzonych z glin zwałowych. Roczn. Gleb. 37(1), 79-90.*
 4. KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993: *Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa 1986*
 5. KUSZA G., DUŻYŃSKI M., MARCINKOWSKA E.: *Trace elements content in soils of the „Krzywiczyny” forest reserve. Acta Agrophys.; 50, 169-176, 2001*
 6. NIEMYSKA-ŁUKASZUK J., MIECHÓWKA A., GAŚIOREK M.: *Cynk, ołów i kadm w glebach darniowych Podhala. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.; 439, 171-176, 1997*
 7. OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKA Z.: *Metody analiz i oceny właściwości gleb i roślin. IOŚ, Warszawa 1991*
 8. SKŁODOWSKI P., MACIEJEWSKA A.: *Pierwiastki śladowe w glebach rdzawych wytworzonych z piaskowców triasowych. Roczn. Gleb; 37(1), 67-78, 1986*
 9. STRZYSZCZ Z.: *Przekształcenia chemiczne gleb woj. opolskiego. Ich skutki gospodarcze i ekologiczne. Przyroda i Człowiek; 5, 93-118, 1995*

THE SELECTED TRACE ELEMENTS IN SOILS OF THE FOREST RESERVE OF “BAZANY”

Key words: „Bazany” forest reserve, podzolic-rusty soils, trace elements

Hitherto published papers, concerning heavy metal pollution of soils, have been focussing on industrial, urban and country areas. Whereas forest soils have been investigated sporadically. The aim of the paper was to find out the distribution of the zink, copper, lead, and cadmium contents in soil profiles of the forest reserve “Bazany”. On the reserve area there are podzolic-rusty soils formed from water-glacial sands. The research revealed a high accumulation of all the analysed heavy metals in organic and humic-eluvial horizons. Moreover, it was stated that the trace elements content decreased with a depth of the soil profile.