

## **CAŁKOWITA ZAWARTOŚĆ ORAZ PROFILOWE ROZMIESZCZENIE OŁOWIU W GLEBACH BIELICOWYCH I BRUNATNYCH KWAŚNYCH WYTWORZONYCH Z PIASKOWCÓW NA TERENIE GÓR STOŁOWYCH**

*Katarzyna Szopka*

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego,  
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

### **Wstęp**

Góry Stołowe zlokalizowane są w Sudetach Środkowych i rozciągają się od granicy polsko-czeskiej w rejonie Kudowy Zdroju i Radkowa, po Polanicę Zdrój.

Obszary górskie są terenami szczególnie narażonymi na zanieczyszczenia chemiczne, bowiem wysoko położone stoki masywów górskich znajdują się pod wpływem większej ilości opadów, a tym samym dostających się z atmosfery zanieczyszczeń [NIEMYSKA-ŁUKASZUK 1993; SKIBA i in. 1995]. Góry Stołowe są usytuowane stosunkowo daleko od większych przemysłowych źródeł emisji pyłowych i gazowych, będących główną przyczyną wzrostu zawartości metali ciężkich w glebach [KABAŁA i in. 1996]. W związku z tym są one obszarem stosunkowo słabo zdegradowanym, a zawartość metali ciężkich w glebach jest niższa niż na terenie Kąrkonoszy, czy Gór Izerskich [BORKOWSKI i in. 1993; KABAŁA 1998; SKIBA i in. 1994]. O zawartości pierwiastków śladowych w glebach decydować będzie przede wszystkim skała macierzysta, która jest ich pierwotnym źródłem [SKŁODOWSKI i in. 1988].

Celem pracy było określenie całkowitej zawartości ołowiu oraz jego profilowe rozmieszczenia w zróżnicowanych typologicznie glebach leśnych wytworzonych z piaskowców występujących na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych.

### **Materiał i metody**

Na obszarze występowania piaskowców turonu środkowego i górnego, zwanych piaskowcami ciosowymi środkowymi i górnymi, na terenie Gór Stołowych, wykonano 6 profili glebowych. Przy ich lokalizacji uwzględniono następujące kryteria: zróżnicowanie skał macierzystych (piaskowce ciosowe górne i środkowe), nachylenie i wystawę stoku, wysokość nad poziom morza. Wszystkie profile glebowe zlokalizowane na terenach leśnych porośniętych w większości górnym borem świerkowym. Profile glebowe opisano zgodnie z kryteriami obowiązującymi w Polsce [ANONIM 1989]. Lokalizację i najważniejsze cechy morfologiczne badanych gleb zamieszczono w tabeli 1.

W wytypowanych profilach glebowych ze wszystkich poziomów genetycz-

nych pobrano próbki do analiz laboratoryjnych. W celu określenia niektórych właściwości fizycznych i chemicznych badanych gleb wykonano analizy: składu granulometrycznego metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, pH potencjometrycznie w roztworze KCl o stężeniu  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , zawartość C organicznego metodą Tiurina, właściwości sorpcyjne metodą Pallmanna.

Całkowitą zawartość ołowiu oznaczono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) po uprzedniej mineralizacji w stężonym kwasie nadchlorowym.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie obliczając współczynnik korelacji prostej w celu określenia istotności związków między akumulacją ołowiu a wybranymi właściwościami gleb.

## Wyniki i dyskusja

Skład granulometryczny badanych gleb wykazuje zróżnicowanie między poszczególnymi profilami.

Części szkieletowe w niektórych profilach przekraczają 50% nie tylko w poziomach skały macierzystej, ale również w poziomach wierzchnich. Uziarnienie części ziemistych badanych gleb jest zróżnicowane i odpowiada piaskom luźnym, słabogliniastym, gliniastym lekkim i mocnym, rzadziej glinom piaszczystym i lekkim (tab. 2).

Odczyn badanych gleb pozwala zaliczyć je do gleb kwaśnych lub silnie kwaśnych: pH w roztworze KCl o stężeniu  $1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  waha się w granicach od 2,2 do 4,0. W układzie profilowym pH rośnie wraz z głębokością (tab. 2).

Całkowita zawartość ołowiu w badanych glebach wahała się w granicach od 2,9 do  $226 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , przy czym w poziomach mineralnych nie przekraczała  $54 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 2). Najwyższymi zawartościami omawianego pierwiastka cechują się poziomy organiczne. Najwyższą zawartość ołowiu stwierdzono w poziomie organicznym gleby bielcowej – profil 3 (tab. 2), gdzie osiąga wartość  $226 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . W pozostałych profilach jego zawartość jest niższa i wynosi od  $93,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  do  $177,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Nie wykluczając wpływu emisji i kumulacji tego pierwiastka w glebie widać, że w podobnych warunkach ekologicznych jego zawartość w poziomach organicznych jest zróżnicowana. Różnice te najprawdopodobniej wynikają z różnego stopnia mineralizacji substancji organicznej. Wydaje się, że głównym powodem kumulacji ołowiu w poziomach organicznych jest kumulacja biogenna. Bioakumulacja Pb w poziomach zawierających próchnicę wiąże się z dużym powinowactwem tych metali do glebowej substancji organicznej [NIEMYSKA-ŁUKASZUK i in. 1998]. Potwierdzają to wysokie wartości współczynnika korelacji  $r = 0,9432$  (przy  $p < 0,05$ ) obrazującej zależność między ilością tego metalu a procentową zawartością węgla organicznego w badanych glebach (tab. 3).

We wszystkich badanych glebach bielcowych najniższą zawartość ołowiu stwierdza się w poziomie eluwalnym (Ees) tych gleb, gdzie waha się od 2,9 do  $29,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , po czym znacznie wzrasta w poziomie iluwalnym osiągając wartości od 6,4 do  $54,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  (tab. 2), (rys. 1). Jedynie w profilu nr 1 (gleba bielcowa właściwa wytworzona z piaskowca ciosowego górnego) zawartość ołowiu jest wyższa w poziomie Ees ( $7,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) niż w poziomie Bhfe ( $7,0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), co poddaje w wątpliwość eluwalny charakter tego poziomu i jest najprawdopodobniej związane z jego deluwalnym pochodzeniem. Typowe profilowe rozmieszczenie ołowiu stwierdzili również inni autorzy badający zawartość metali ciężkich w glebach terenów górskich [SKŁODOWSKI i in. 1988; KABAŁA i in. 1996; KABAŁA 1998].

Tabela 1; Table 1

Lokalizacja i morfologia badanych gleb  
Localization and morphology of examined soils

Profil; Profile	Usytuowanie; Situation	Skala macierzysta; Parent rock	Typ gleby (wg klasyfikacji FAO) Soil type (acc. to FAO)	Poziom genetyczny Soil horizon	Miaższosć; Depth (cm)
1	SW, 800 m n.p.m.; altitude stok stromy, górna część steep slope, upper part	piaskowiec ciosowy górny upper sandstone	bielicowa właściwa orthic podzol	O A Ees Bhfe	13-0 0-20 20-70 > 70
2	SE, 797 m n.p.m.; altitude stok łagodny, górna część gentle slope, upper part	piaskowiec ciosowy górny upper sandstone	bielicowa właściwa orthic podzol	Ol Of Ah Ees Bhfe BfeC	18-13 13-0 0-6 6-27 27-39 > 39
3	W, 780 m n.p.m.; altitude stok łagodny, środk. część gentle slope, central part	piaskowiec ciosowy górny upper sandstone	bielicowa właściwa orthic podzol	O AEes Ees Bh BfeC	10-0 0-30 30-40 40-46 > 46
4	NE, 694 m n.p.m.; altitude stok łagodny, środk. część gentle slope, central part	piaskowiec ciosowy środkowy middle sandstone	bielicowa właściwa orthic podzol	Ol Of Ah Ees Bhfe C	8-4 4-0 0-8 8-20 20-37 > 37
5	S, 735 m n.p.m.; altitude stok pochyły, środk. część moderate slope, central part	piaskowiec ciosowy górny upper sandstone	brunatna kwaśna typowa dystric Cambisol	O A Bbr BbrC Cg	10-0 0-9 9-17 17-37 > 37
6	NE, 713 m n.p.m.; altitude stok łagodny, środk. część gentle slope, central part	piaskowiec ciosowy środkowy middle sandstone	brunatna kwaśna typowa dystric cambisol	O A Bbr BbrC C	15-0 0-3 3-35 35-60 > 60

Tabela 2; Table 2

Całkowita zawartość ołowiu oraz podstawowe właściwości badanych gleb  
Total content of lead and basic properties of the examined soils

Profil Profile	Poziom Horizon	Pb (mg·kg <sup>-1</sup> )	Procentowa zawartość frakcji; Percentage of fraction (mm)						pH <sub>KCl</sub>	C.org. Organic C (%)	S emol(+)-kg <sup>-1</sup> gleby; soil	T	V (%)			
			w próbce; in sample		w częściach ziemiowych; in <1,0 mm fraction		pH <sub>KCl</sub>	C.org. Organic C (%)						S	T	V (%)
			> 20	20-1,0	1,0-0,1	0,1-0,02										
1	O	98,3	-	-	-	-	-	2,2	43,2	-	-	-				
	A	22,7	5	71	9	20	18	2,5	2,87	1,74	16,1	10,8				
	Ees	7,5	>50	57	16	27	12	3,2	0,30	2,16	3,66	59,0				
	Bhfe	7,0	>50	63	9	28	10	3,0	0,39	2,03	6,30	32,2				
2	O	177,4	-	-	-	-	-	2,2	41,3	-	-	-				
	Ah	5,5	4	85	8	7	4	2,9	1,35	0,62	6,32	9,8				
	Ees	2,9	1	85	9	6	2	3,3	0,15	0,59	33,0	33,0				
	Bhfe	9,6	~30	83	8	9	4	3,4	0,93	0,64	8,29	7,7				
	BfeC	6,2	~30	84	10	6	2	3,6	0,27	1,98	5,20	38,1				
3	O	226,0	-	-	-	-	-	2,3	79,53	-	-	-				
	AEes	45,6	8	70	17	13	3	2,7	6,52	0,98	24,68	4,0				
	Ees	3,0	15	76	15	9	3	3,1	0,53	0,40	4,0	10,0				
	Bh	10,6	24	65	19	16	10	3,2	1,48	0,47	13,44	3,5				
	BfeC	6,4	27	76	17	7	2	3,7	0,70	0,44	13,11	3,4				
	O	120,6	-	-	-	-	-	2,4	40,6	-	-	-				
4	Ah	26,5	9	75	15	10	1	2,9	2,25	3,64	12,9	28,1				
	Ees	29,7	11	80	11	9	3	3,0	0,75	3,42	8,22	41,6				
	Bhfe	54,0	~20	62	23	15	5	3,3	3,76	3,18	23,6	13,5				
	C	27,0	~30	77	13	10	3	4,0	0,55	3,02	8,27	36,5				
	O	98,9	-	-	-	-	-	2,5	47,2	-	-	-				
5	A	31,2	12	55	26	19	4	3,1	3,45	1,00	17,5	5,7				
	Bbr	28,0	6	59	22	19	9	3,2	1,40	0,72	12,1	5,9				
	BbrC	32,0	4	57	21	22	7	3,4	1,20	2,19	12,9	17,0				
	Cg	27,7	4	61	18	21	7	3,6	1,11	0,82	10,8	7,6				
6	O	93,4	-	-	-	-	-	2,8	39,9	-	-	-				
	A	30,3	6	36	32	32	6	3,7	2,45	1,77	20,3	8,7				
	Bbr	33,2	4	47	23	30	11	3,4	1,12	1,74	11,9	14,6				
	BbrC	18,5	18	49	24	27	11	3,5	0,72	2,20	10,5	20,9				
	C	16,6	~20	50	25	25	15	3,5	0,60	1,35	5,10	26,5				

S - Suma wymiennych kationów zasadowych; Base cation capacity

T - Pojemność sorpcyjna; Cation exchangeable capacity

V - Wyciszczenie kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi; Base cation saturation

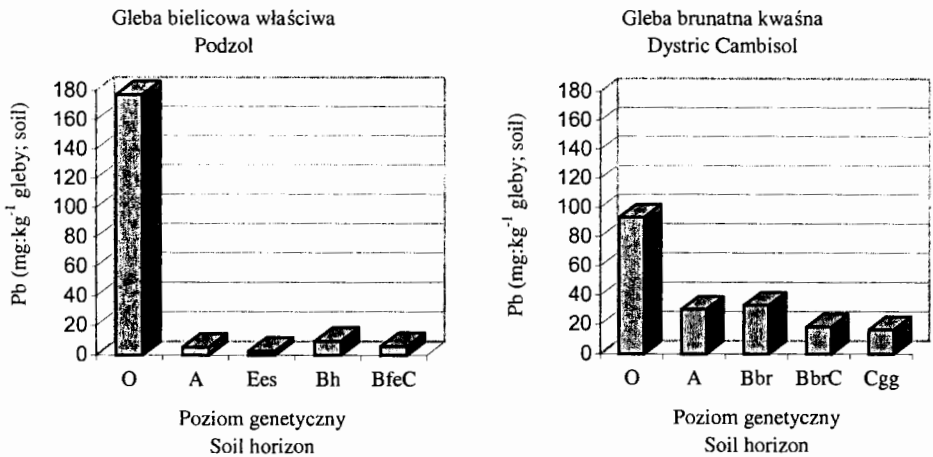
- Nie oznaczono; Non determined

Tabela 3; Table 3

Współczynniki korelacji prostej określające współzależność między całkowitą zawartością ołowiu a niektórymi właściwościami fizykochemicznymi gleb  
 Simple correlation coefficients defining the relation between lead content and some physico-chemical soil properties

Całkowita zawartość pierwiastków śladowych Total trace elements content	C organiczny Organic C	Fracje Fraction < 0,002 mm	Fracje Fraction < 0,02 mm
Całkowita zawartość Pb; Total contents of Pb	0,9432 *	-0,0097	0,2546

\* - p < 0,05



Rys. 1. Całkowita zawartość ołowiu w wybranych profilach gleb Gór Stołowych  
 Fig. 1. Total lead content in selected soil profiles of Stołowe Mountains

W poziomie skały macierzystej zawartość ołowiu wynosi: w glebach wytworzonych z piaskowców ciosowych górnych od 6,2 do 27,7 mg·kg<sup>-1</sup>, w glebach wytworzonych z piaskowców ciosowych środkowych od 16,6 do 27,0 mg·kg<sup>-1</sup>. Nie stwierdzono istotnej różnicy w całkowitej zawartości ołowiu w profilach badanych gleb wytworzonych z piaskowców ciosowych górnych i środkowych.

W badanych glebach zauważono związek między ogólną zawartością ołowiu, a składem granulometrycznym potwierdzony również przez SKŁODOWSKIEGO i MACIEJEWSKĄ [1986]. Wraz ze wzrostem frakcji łu koloidalnego, zwiększa się całkowita zawartość ołowiu (tab. 2).

Ponieważ brak jest opracowania określającego naturalne zawartości pierwiastków śladowych w glebach leśnych, szczególnie terenów górskich, wytworzonych z różnych skał macierzystych trudne jest stwierdzenie czy zbadana zawartość metali ciężkich jest związana z ich naturalną zawartością, czy zanieczyszczeniem. Otrzymane wyniki zawartości ołowiu w badanych glebach są wyższe od ilości stwierdzonych przez SKŁODOWSKIEGO i in. [1988] w glebach wytworzonych z piaskowców triasowych i dewońskich Gór Świętokrzyskich. Ilości ołowiu w poziomach mineralnych badanych gleb wytworzonych z piaskowców na terenie Gór Stołowych mieszczą się w wielkościach podawanych przez KABATĘ-PENDIAS i PENDIAS [1993] jako tło geochemiczne tego pierwiastka.

## Wnioski

1. W glebach wytworzonych z piaszczowców w Górach Stołowych stwierdzono akumulację ołowiu w poziomach ściółki, co obrazują wartości współczynnika korelacji.
2. Profilowe rozmieszczenie ołowiu zależy głównie od kierunku procesów glebowych.
3. Mimo podwyższonej zawartości ołowiu w poziomach ściółek niektórych profili, w badanych glebach nie stwierdzono oznak procesów degradacji środowiska glebowego w postaci kumulacji metali ciężkich.

## Literatura

ANONIM 1989. *Systematyka gleb Polski*. Roczn. Glebozn. 40(3/4).

BORKOWSKI J., KOCOWICZ A., SZERSZEŃ L. 1993. *Zawartość metali ciężkich w glebach i roślinności Karkonoskiego Parku Narodowego*. Materiały z sesji naukowej pt. „Geoekologiczne problemy Karkonoszy”, Karpacz 11–13 X 1991, Wyd. Uniwersytetu Wrocławskiego: 131–136.

KABAŁA C. 1998. *Pierwiastki śladowe w glebach Gór Izerskich*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Rolnictwo 347: 95–106.

KABAŁA C., KARCZEWSKA A., SZERSZEŃ L. 1996. *Wstępne badania nad zawartością pierwiastków śladowych w glebach Parku Narodowym Gór Stołowych*. Symp. Nauk. „Środowisko przyrodnicze PNGS”, Kudowa Zdrój 11–13 X 1996. Wydawnictwo PNGS „Szczeliniec”: 87–90.

KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biogemia pierwiastków śladowych*. PWN Warszawa: 368 ss.

NIEMYSKA-ŁUKASZUK J. 1993. *Formy cynku, ołowiu i kadmu w glebach wybranych regionów Karpat Zachodnich*. Zesz. Nauk. AR Kraków, Rozprawy 187.

NIEMYSKA-ŁUKASZUK J., MIECHÓWKA A., ZADROŻNY P., MAZUREK R. 1998. *Metale ciężkie (Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn) w wybranych glebach Babiogórskiego Parku Narodowego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 464: 311–319.

SKIBA S., DREWNIK., SZMUC R. 1994. *Metale ciężkie w glebach wybranych rejonów Karkonoszy*. II Konferencja, pt. „Karkonoskie badania ekologiczne” Dziekanów Leśny 17–19 I 1994, Ofic. Wyd. IE PAN: 125–134.

SKIBA S., DREWNIK., SZMUC R. 1995. *Zawartość metali ciężkich w powierzchniowych poziomach gleb Karkonoszy*. Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol. 418: 353–360.

SKŁODOWSKI P., MACIEJEWSKA A., SZAFRANEK A. 1988. *Wpływ procesu bielnicowania na rozmieszczenie pierwiastków śladowych w profilach gleb bielnicowych*. Roczn. Glebozn. 39(4): 113–128.

SKŁODOWSKI P., MACIEJEWSKA A. 1986. *Pierwiastki śladowe w glebach wytworzonych z piaszczowców triasowych*. Roczn. Glebozn. 37(1): 67–77.

**Słowa kluczowe:** ołów, gleby górskie, Góry Stołowe

### Streszczenie

Góry Stołowe usytuowane są stosunkowo daleko od większych przemysłowych źródeł emisji pyłowych, w związku z czym są obszarem stosunkowo słabo zdegradowanym, a o zawartości pierwiastków śladowych decyduje przede wszystkim skała macierzysta będąca ich pierwotnym źródłem.

W badanych glebach oznaczono zawartość Pb metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) po mineralizacji w stężonym kwasie nadchlorowym.

Całkowita zawartość ołowiu w badanych glebach bielcowych i brunatnych wytworzonych z piaskowców waha się w granicach od 2,9 do 226 mg·kg<sup>-1</sup>, przy czym w poziomach mineralnych nie przekracza 54 mg·kg<sup>-1</sup>. Najwyższe zawartości omawianego pierwiastka stwierdzono w poziomach organicznych.

We wszystkich badanych glebach bielcowych najniższą zawartość ołowiu stwierdzono w poziomie eluwalnym, po czym ilość Pb wzrasta w poziomie iluwialnym. W glebach brunatnych zawartość ołowiu maleje w głąb profilu glebowego.

W badanych glebach nie stwierdzono oznak procesów degradacji środowiska glebowego w postaci kumulacji ołowiu, a jego zawartość jest zbliżona do tzw. tła geochemicznego.

### TOTAL CONTENT AND PROFILE DISTRIBUTION OF LEAD IN PODZOL AND ACID BROWN SOILS DEVELOPED FROM SANDSTONES IN THE AREA OF STOŁOWE MOUNTAINS

*Katarzyna Szopka*

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

Key words: lead, mountain soils, Stołowe Mountains

### Summary

Total content of lead and its distribution in soil profiles were analysed in forest soils developed from sandstones in the Stołowe Mountains.

Pb is apparently accumulated in humus horizons and its accumulation is mostly connected with the presence of organic matter. In soils with podzolization process the lead occurrence is in agreement with eluvial and illuvial horizons.

No symptoms of soil degradation by lead concentration were found in examined soils.

Dr inż. Katarzyna **Szopka**

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego  
Akademia Rolnicza  
ul. Grunwaldzka 53  
50-357 WROCLAW