

PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI WYBRANYCH METALI CIĘŻKICH W DARNIOWYCH I LEŚNYCH GLEBACH GÓRSKICH

Andrzej Kocowicz

Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Wśród naturalnych ekosystemów lądowych najczęściej u nas występującymi są las i łąka. Zespoły te w różny sposób wpływają na glebę. Las wytwarza system korzeniowy, który sięgając głęboko w glebę pobiera z niej składniki pokarmowe i akumuluje je w formie drewna wytwarzając równocześnie liście, które po opadnięciu na ziemię tworzą poziomy ściółki.

Roślinność darniowa rozwija płytki i gęsty system korzeniowy tworzący poziomy darniowe. Sprzyja to powstawaniu poziomów próchnicznych o dobrze wykształconej strukturze i stosunkowo wysokiej zawartości próchnicy [GRIEVE 1980]. Te zróżnicowane oddziaływanie i powstałe różnice rzutują na właściwości gleb i w tym na rozmieszczenie w nich mikroelementów. Wiedza na temat właściwości gleb różnie użytkowanych jest bardzo przydatna, gdy podejmuje się decyzje o sposobie ich zagospodarowania. Jest to szczególnie ważne dzisiaj, kiedy ze względów ekonomicznych trzeba rezygnować z uprawy gleb i przeznaczać je na tereny zielone, zalesienia bądź do odłogowania. Ma to również szczególne znaczenie w zagospodarowaniu obszarów podlegających degradacji, np. zanieczyszczanych metalami ciężkimi, kiedy trzeba wybrać najkorzystniejszy dla człowieka i środowiska model ich użytkowania.

Celem przedstawionych badań było określenie wpływu roślinności darniowej i leśnej na rozmieszczenie i zawartość Zn, Cu, Cd, Pb w glebach.

Materiał i metody

Jako obszar badań wybrany został Karkonoski Park Narodowy. Teren ten spełnia bardzo dobrze wymogi postawione celowi badań, gdyż występują tu naturalne, nigdy nie zagospodarowane i nie uprawiane ekosystemy leśne i łąkowe. Dodatkowo występuje tu zjawisko zanieczyszczania środowiska metalami ciężkimi [KMIEC i in. 1993; ZWOŹDZIAK i in. 1995; SOBIK, BŁAŚ 1998] oraz podwyższone zawartości niektórych metali ciężkich w glebach [BORKOWSKI i in. 1993; WOJTKOWIAK 1993; SKIBA i in. 1994; SKIBA 1995; STRZYSZCZ, CHRÓST 1995] przez co przeprowadzo-

ne badania mają lepsze odniesienie praktyczne.

Wybrane do analiz profile gleb rozlokowane zostały na północnych stokach gór w przedziale wysokości od 650 do 1350 m n.p.m. Obiektem badań były utworzy wytworzone z granitów i łupków łuszczkowych – 14 gleb brunatnych kwaśnych oraz 7 biellic. Były to gleby średnio głębokie i głębokie oraz średnio i silnie szkieletowe o składzie granulometrycznym piasków gliniastych mocnych pylistych i pyłów zwykłych (tab. 1). Przeanalizowane gleby cechowały się bardzo kwaśnym odczynem (tab. 1). Roślinnością dominującą na glebach darniowych był trzcinnik owłosiony (*Calamagrostis villosa* (CHAIX) J.F. GMEL.) i śmiełek pogięty (*Deschamsia flexuosa* (L.) TRIN.), a w wyższych partiach gór bliźniczka psia trawka (*Nardus stricta* L.). Na glebach leśnych przeważał świerk (*Picea abies* (L.) H. KARST.) a w strefie górnej granicy lasu kosodrzewina (*Pinus montanea*).

Porównanie zawartości omawianych pierwiastków w glebach różnie użytkowanych stało się możliwe dzięki równoczesnemu umiejscawianiu profili gleb leśnych w sąsiedztwie wyznaczonych wcześniej profili gleb darniowych. Z badań eliminowano tereny wyraźnie zdegradowane, takie jak na przykład, polany po wymarłym lesie. Próbkę gleb pobrane zostały ze wszystkich poziomów genetycznych. Zawartość badanych mikroelementów określona została we frakcjach mniejszych niż 1 mm, po mineralizacji w 70–72% kwasie nadchlorowym, metodą absorcyjnej spektrometrii atomowej (ASA). Analizy statystyczne wykonane zostały dla przedziału ufności 0,95.

Wyniki i dyskusja

Głównym przejawem wpływu roślinności na glebę jest obecność materii organicznej, poziomów próchnicznych oraz ściółki. Wszystkie badane gleby cechowały się bardzo wysoką zawartością materii organicznej. Nieznacznie większa ilość substancji organicznej oznaczona została w brunatnych kwaśnych glebach leśnych niż podobnych glebach darniowych (tab. 1). W biellicach zawartość materii organicznej w glebach darniowych i leśnych była podobna (tab. 1). Opisywane gleby darniowe wytworzyły poziomy darni o znacznej miąższości, przekraczającej na ogół 10 cm. Cechą charakterystyczną były poziomy wojłoku wytworzone z zeschniętej trawy mające miąższości dochodzące do 10 cm. Z kolei gleby leśne miały poziomy próchnic nadkładowych typu mor o miąższościach dochodzących do 20 cm. Najmniejsze różnice morfologiczne między glebami leśnymi a darniowymi wystąpiły w piętrze kosodrzewiny, ponieważ darni wkraczała tutaj prawie pod same drzewa. Dotyczy to przede wszystkim biellic, które to są na tej wysokości dominującym typem gleb.

Zawartość oznaczonych metali ciężkich w badanych glebach wynosiła średnio w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (przy zakresie wahań) – Zn 52 (13–134,7), Cu 10 (1–31), Cd 0,95 (0,0–2,5), Pb 53 (9–238).

Największe ilości Cu i Pb zanotowano w poziomach wierzchnich co miało związek z zawartością materii organicznej. Przedstawiona zależność znalazła swoje odzwierciedlenie w istotnym współczynniku korelacji pomiędzy zawartością Pb a materii organicznej (0,44). Związek ten zaobserwowany został też w trakcie analizowania rozmieszczenia Cd i Zn, jednak pierwiastki te, a zwłaszcza Zn, występowały również w niektórych profilach w większych ilościach w poziomach leżących głębiej, co wpłynęło na wartości średnie dla poziomów genetycznych (rys. 1–4).

Tabela 1; Table 1

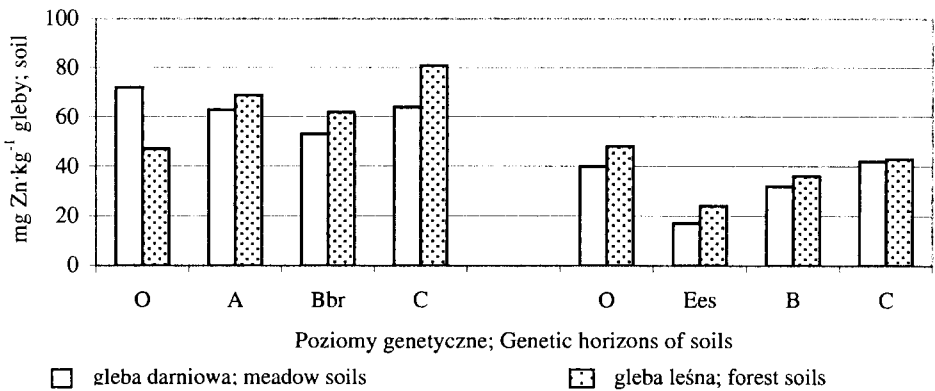
Wybrane właściwości gleb Karkonoskiego Parku Narodowego
Some properties of the soils from Karkonosze National Park area

Typ gleby; Soil type		Gleby brunatne kwaśne Brown acid soils				Bielice Podzols			
Poziom genetyczny; Genetic horizon		O	A	Bbr	C	O	Ees	B	C
pH _{H2O} pH _{KCl}	mediana median	3,68	3,98	4,44	4,64	3,67	4,03	4,20	4,50
		3,30	3,51	3,97	4,15	3,36	3,49	3,74	4,05
Zawartość ma- terii organicznej Organic matter content	gleby darniowe meadow soils	71,1	10,8	5,6	3	63,8	4,2	6,2	2,5
	gleby leśne forest soil	82,5	11,7	7,2	2,9	63,9	5,1	7,5	2,0
Zawartość frakcji o średnicy Fraction of diameter (mm)	< 0,02	n.o.	15,1	15,1	18,5	n.o.	17,6	13,3	15,6
	< 0,002	n.o.	2,5	2,2	1,5	n.o.	1,8	1,9	1,9

n.o. – nie oznaczano; non determined

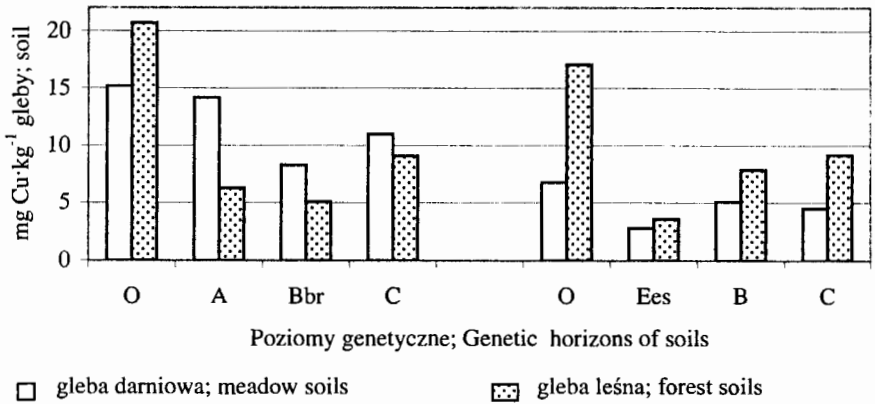
Wyraźny był też wpływ procesu bielcowania przejawiający się obniżeniem zawartości wszystkich badanych metali ciężkich w poziomach eluwalnych a podniesieniem ich w poziomach iluwalnych (rys. 1–4).

Mniejsza ilość Zn, Cu i Pb oznaczona została w bielicach niż w glebach brunatnych kwaśnych (rys. 1, 2, 4). Układ taki wiązał się ze sposobem użytkowania gleb, gdyż bielice częściej znajdowały się pod lasem niż pod roślinnością darniową. To z kolei powiązane jest z warunkami klimatycznymi, ponieważ bielice występują głównie na większych wysokościach, gdzie warunki klimatyczne sprzyjają procesom wymywania.



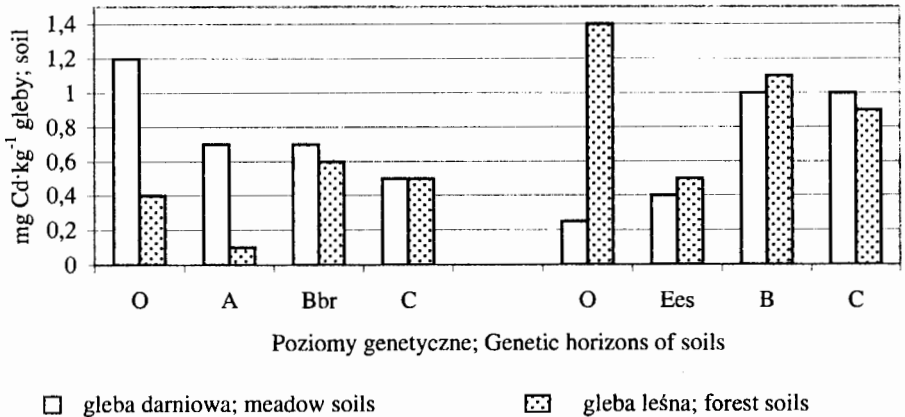
Rys. 1. Zawartość Zn w glebach darniowych i leśnych Karkonoskiego Parku Narodowego

Fig. 1. Zn content in meadow and forest soils from Karkonosze National Park area



Rys. 2. Zawartość Cu w glebach darniowych i leśnych Karkonoskiego Parku Narodowego

Fig. 2. Cu content in meadow and soils from Karkonosze National Park area

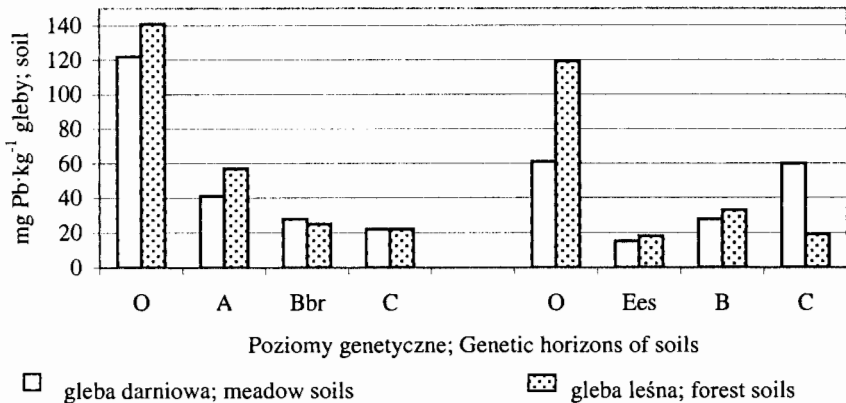


Rys. 3. Zawartość Cd w glebach darniowych i leśnych Karkonoskiego Parku Narodowego

Fig. 3. Cd content in meadow and forest soils from Karkonosze National Park area

Wpływ roślinności zaznaczył się w poziomach organicznych gleb leśnych brunatnych kwaśnych, które zawierały więcej Cu i Pb niż odpowiedni poziom gleb darniowych (rys. 2, 4). Za taki stan rzeczy obok samych właściwości roślinności odpowiada też przechwytywanie zanieczyszczeń przez korony drzew, które potem wraz z opadającym igliwem jako ściółka dostają się do gleby [SOBIK, BŁAŚ 1998]. Ujawnienie się tego zjawiska w odniesieniu do Cu i Pb spowodowane było tym, że te dwa pierwiastki szczególnie silnie wiążą się z materią organiczną [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999], a poziomy ściółki leśnej zawierają jej więcej niż poziomy organiczne gleb darniowych (tab. 1).

Dodatkowo, poziomy ściółki gleb leśnych mają miąższości większe niż poziomy organiczne gleb darniowych, co przyczynia się do zgromadzenia jeszcze większej ilości tych pierwiastków w glebach leśnych.



Rys. 4. Zawartość Pb w glebach darniowych i leśnych Karkonoskiego Parku Narodowego

Fig. 4. Pb content in meadow and forest soils from Karkonosze National Part area

Inny układ został zaobserwowany w wypadku Zn i Cd. Mikroelementy te wystąpiły w większych stężeniach w glebach darniowych niż leśnych. Stało się tak, gdyż są one w środowisku silnie kwaśnym bardziej mobilne niż Pb i Cu, a badane gleby leśne mają odczyn kwaśniejszy niż gleby darniowe. Oprócz tego, duże znaczenie miała obecność słabiej przepuszczalnego, niż poziomy ściółki i próchnicznej, poziomu darniowego hamującego ruch wody w profilu, przez co zmniejszającego wymywanie mikroelementów z gleb tej kategorii użytkowej.

Zróznicowanie zaznaczyło się też w poziomach próchnicznych gleb brunatnych kwaśnych, gdzie zaobserwowano wyższe zawartości Cu i Cd w glebach darniowych niż leśnych. Tutaj odwrotnie niż w przypadku poziomów próchnic nadkładowych większe miąższości mają te poziomy darniowe, co przyczynia się dodatkowo do zatrzymywania większej ilości Cu i Cd.

Wpływ roślinności wyraźnie zaznaczył się w bielicach. Analizując zawartość oznaczanych pierwiastków w całych profilach glebowych zauważono tendencję do wyższych zawartości Zn, Cu, Cd i Pb w glebach leśnych niż darniowych (rys. 1-4). Podobnie jak w przypadku gleb brunatnych kwaśnych spowodowane to jest zatrzymywaniem przemieszczających się zanieczyszczeń przez las [ZWOZDZIAK i in. 1995; SOBIK, BŁAŚ 1998].

Wnioski

1. Zróznicowanie w zawartości opisywanych metali ciężkich spowodowane odmiennym użytkowaniem najlepiej widoczne było w poziomach organicznych, które w glebach leśnych zawierały więcej Cu i Pb, a w glebach darniowych Cd i Zn.
2. Analizując zawartość oznaczanych pierwiastków w całych profilach bielich zauważono tendencję do wyższych zawartości Zn, Cu, Cd, Pb w glebach

leśnych niż darniowych.

3. Bielice cechowały się na ogół mniejszą ilością Zn, Cu i Pb niż gleby brunatne kwaśne, co wiązało się ze sposobem użytkowania, gdyż bielice częściej występowały pod lasem niż darnią.
4. Oceniając zawartości poszczególnych mikroelementów w opisywanych glebach nie można zapomnieć o różnicach w morfologii gleb, mianowicie o większych miąższościach poziomów próchnicznych gleb darniowych i większych miąższościach poziomów ściółki na glebach leśnych.
5. Cu i Pb wydają się być silniej związane przez materię organiczną gleby niż Zn i Cd, które to ulegają silniejszemu przemieszczaniu w glebie.

Literatura

BORKOWSKI J., BRALEWSKI D., PARADOWSKI A., SZMIT T. 1993. *Skład i właściwości gleb Karkonoskiego Parku Narodowego.* Mat. sesji nauk. „Geoekologiczne problemy Karkonoszy” 11–13 X 1991 Karpacz, Wydawn. Uniwer. Wrocław: 123–130.

GRIEVE J. 1980. *Some contrasts in soil development between grassland and deciduous woodland sites.* J. Soil Sci. 31(1): 1980.

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

KMIEĆ G., KACPERCZYK J., ZWOŹDZIAK A. 1993. *Całkowity opad zanieczyszczeń w wyższych partiach Karkonoszy.* I Konferencja pt. „Karkonoskie badania ekologiczne” 3–4 XII 1993, Wojnowice, Dziekanów Leśny: 33–46.

SKIBA S. 1995. *Ocena wpływu emisji przemysłowych na gleby Karkonoszy.* Mat. konf. pt. „Problemy ekologiczne wysokogórskiej części Karkonoszy”. Oficyna Wydawn., Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny: 97–111.

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

SOBIK M., BŁAŚ M. 1998. *Udział osadów mgielnych w przychodzie wody z atmosfery depozycji zanieczyszczeń w ekosystemach Sudetów Zachodnich.* Mat. sesji nauk. pt. „Geoekologiczne problemy Karkonoszy”. Przesieka 15–18 X 1997, Wydawn. Aca-rus, Poznań: 151–162.

STRZYSZCZ Z., CHRÓST L. 1995. *Określenie depozycji niektórych metali ciężkich na przykładzie torfowiska wysokiego na Hali Izerskiej.* Mat. konf. nauk. pt. „Problemy ekologiczne wysokogórskiej części Karkonoszy” Oficyna Wydawn., Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny: 123–130.

WOJTKOWIAK A. 1993. *Zawartość metali pochodzenia antropologicznego w glebach zachodniej części Karkonoszy i Gór Izerskich.* Mat. sesji nauk. pt. „Geoekologiczne problemy Karkonoszy” 11–13 X 1991 Karpacz, Wydawn. Uniwer. Wrocław: 137–141.

ZWOŹDZIAK J., KMIEĆ G., ZWOŹDZIAK A., KACPERCZYK K. 1995. *Presja zanieczyszczeń przemysłowych w ostatnim wieloleciu a stan obecny.* Mat. konf. nauk. pt. „Proble-

my ekologiczne wysokogórskiej części Karkonoszy”. Oficyna Wydawn., Instytut Ekologii PAN, Dziekanów Leśny: 79–96.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, gleby górskie, gleby leśne, gleby darniowe

Streszczenie

Celem badań było określenie wpływu sposobu użytkowania gleby na zawartość Zn, Cu, Cd i Pb. Badania przeprowadzono na glebach leśnych i darniowych Karkonoskiego Parku Narodowego. Gleby zaliczone zostały do typu gleb brunatnych kwaśnych i biellic. Były to utwory o składzie piasków gliniastych mocnych pylastych i pyłów zwykłych. Wszystkie analizowane gleby cechowały się bardzo wysoką zawartością materii organicznej oraz bardzo niskim pH. W trakcie oznaczeń znaleziono mniejszą ilość mikroelementów w bielicach niż w glebach brunatnych kwaśnych. Wiązało się to z pokrywą roślinną, gdyż bielice częściej występowały pod lasem niż darnią. Zróżnicowanie spowodowane odmiennym użytkowaniem było dobrze widoczne w poziomach organicznych gleb brunatnych kwaśnych, które w glebach leśnych zawierały więcej Cu i Pb, a w glebach darniowych więcej Cd i Zn. Analizując zawartość oznaczanych pierwiastków w całych profilach biellic zauważono tendencję do wyższych zawartości Zn, Cu, Cd, i Pb w glebach leśnych niż darniowych.

COMPARISON OF SOME HEAVY METAL CONTENTS IN OF MOUNTAIN MEADOW AND FOREST SOILS

Andrzej Kocowicz

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

Key words: heavy metals, mountain soils, meadow soils, forest soils

Summary

The aim of this study was to determine the effect of soil management on Zn, Cu, Cd and Pb contents and distribution in soils. Investigations were conducted on meadow and forest soils of Karkonosze National Park. Object of investigation were brown acid soils, and podzols developed from granites and mica slates. Studied soils were characterized by following particle distribution: < 0.002 mm 2%, 0.1–0.02 mm 16%, 0.02–0.002 mm 14%, very high organic matter level and very acid reaction.

Topological process influenced the content and distribution of examined elements, what had been indicated by their higher contents in brown acid soils than in the podzols. Such a distribution was bound with the vegetation because the podzols occurred more frequently to be the forest soils than the meadow

ones. Some differences were observed between organic matter horizons of meadow and forest soils. Brown acid forest soils contained more Cu, Pb, whereas the meadow soils showed higher contents of Zn and Cd. In case of podzols the analyses showed of forest soils higher contents of Zn, Cu, Cd and Pb in all horizons of forest soils than in the meadow soils.

Dr inż **Andrzej Kocowicz**
Instytut Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska Rolniczego
Akademia Rolnicza
ul. Grunwaldzka 53
50-357 WROCLAW