

Jerzy WIECZOREK¹ i Paweł ZADROŻNY²

ZAWARTOŚĆ KADMU, OŁOWIU I CYNKU W GLEBACH BIELICOZIEMNYCH TATRZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO

CONTENT OF Cd, Pb AND Zn IN PODZOLS TATRA NATIONAL PARK

Abstrakt: Badaniami objęto 12 profili gleb tatrzańskich z zaawansowanym procesem bielicowania z wyraźnie wykształconymi endopedonami *albic* i *spodic*. W większości badanych profili najwyższymi zawartościami analizowanych pierwiastków charakteryzowały się ich powierzchniowe poziomy organiczne. Na ogół zawartość Cd, Pb i Zn w endopedonach *albic* badanych gleb była niższa od analogicznych w endopedonach *spodic*. Według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów ziemi [DzU 2002, Nr 165, poz. 1359], oznaczone zawartości Pb i Zn nie przekroczyły dopuszczalnych ilości tych pierwiastków określonych dla gleb terenów chronionych. Natomiast w niektórych poziomach badanych gleb oznaczone zawartości Cd przekroczyły dopuszczalne ilości tego pierwiastka, jakie zostały określone dla gleb terenów chronionych.

Słowa kluczowe: bielicowanie, metale ciężkie, Tatrzański Park Narodowy

Wprowadzenie

Położenie Tatrzańskiego Parku Narodowego powoduje, że rejon ten jest silnie narażony na oddziaływanie zanieczyszczeń atmosferycznych, które wraz z masami powietrza docierają tu z obszarów uprzemysłowionych południowej Polski i krajów ościennych [1, 2]. Zawarte w pyłowych zanieczyszczeniach atmosferycznych metale ciężkie pochodzenia antropogenne imitowane nad rejon Tatr deponowane są na ich terenie [3]. Tatry, podobnie jak i inne ekosystemy górskie, mogą służyć jako charakterystyczne wskaźniki zanieczyszczenia środowiska glebowego metalami ciężkimi na obszarze danego kraju [4-7].

Czynnikiem wpływającym na zawartość i rozmieszczenie metali ciężkich w profilu gleb bielicoziemnych może być przebieg samego procesu bielicowania (powstałe w jego wyniku charakterystyczne endopedony *albic* i *spodic*) oraz występowanie w nich dobrze wykształconych poziomów organicznych. Podobnie jak w przypadku związków siarki [8-13], zasobne w materię organiczną poziomy powierzchniowe, a w tenki żelaza i glinu poziomy iluwalne, mogą być odpowiedzialne za charakterystyczne rozmieszczenie metali ciężkich w ich profilach. Celem przeprowadzonych badań było określenie zawartości i rozmieszczenia kadmu, ołowiu i cynku w profilach gleb bielicoziemnych pochodzących z zachodniej i wschodniej części Tatrzańskiego Parku Narodowego.

Materiał i metody badań

Badania zostały przeprowadzone w materiale glebowym pobranym z 12 profili gleb bielicoziemnych wytworzonych pod: świerczynami - *Plagiothecio-Piceetum (tatricum)*,

¹ Katedra Chemii Rolnej i Środowiskowej, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, tel. 12 662 43 49, email: rrwieczo@cyf-kr.edu.pl

² Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. A. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, tel. 12 662 43 70, email: rrzadroz@cyf-kr.edu.pl

borówczyskami - zbiorowiskiem z *Vaccinium myrtillus* i bliźniczyskami - *Hieracio (vulgati)-Nardetum* i *Hieracio (alpini)-Nardetum* (tab. 1). Badane gleby położone były zarówno w zachodniej (profile - 1, 4, 5, 7, 9, 11), jak i wschodniej (profile - 2, 3, 6, 8, 10, 12) części Tatrzańskiego Parku Narodowego (rys. 1) na wysokościach od 930 m do 1890 m n.p.m., w różnych piętrach roślinnych: regłu dolnym, regłu górnym i piętrze subalpejskim.

Tabela 1

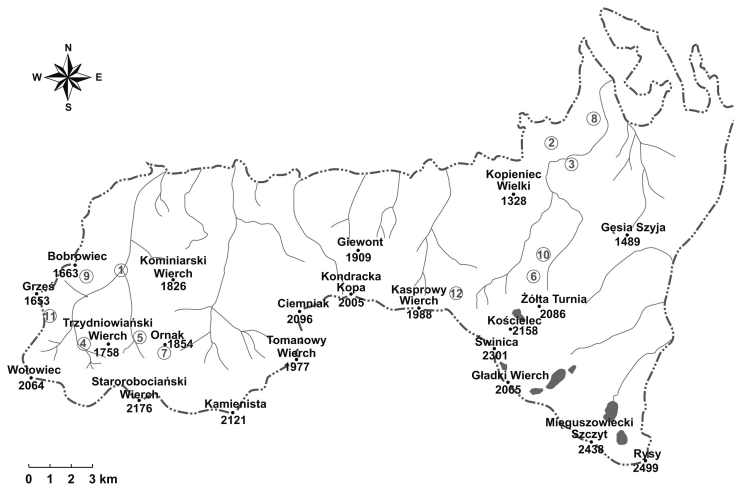
Charakterystyka badanych gleb bielicoziemnych

Table 1

Characteristic of investigated Podzols

Profil Profile	Położenie Location	Wysokość [m n.p.m.] Altitude [m a.s.l.]	Zbiorowisko Plant community	Jednostka* Unit*
1	Mały Kopieniec	1080	<i>Plagiothecio-Piceetum (tatricum)</i>	Albic Podzol (Endoskeletal)
2	Dolina Suchej Wody	1130		Albic Podzol (Episkeletic)
3	Kobyła	1200	Zbiorowisko z <i>Vaccinium myrtillus</i>	Gleyic Albic Podzol (Episkeletic)
4	Jarząbce Rówieńki	1360		Albic Podzol (Endoskeletal)
5	Starorobociańska Rówień	1380		Umbric Podzol (Episkeletic)
6	Złota Turnia	1720		Albic Podzol (Episkeletic)
7	Ornak	1770	<i>Hieracio (vulgati)- Nardetum</i>	Albic Podzol (Endoskeletal)
8	Niznia Palenica Pańszczykowa	930		Albic Podzol (Episkeletic)
9	Polana Chochołowska	1210		Albic Podzol (Episkeletic)
10	Polana Pańszczyca	1385		Albic Podzol (Episkeletic)
11	Długi Uplaz	1590	<i>Hieracio (alpini)- Nardetum</i>	Umbric Podzol (Endoskeletal)
12	Beskid	1890		Umbric Podzol (Endoskeletal)

*Dane dla gleb z 2006 r./World reference base for soil resources 2006



Rys. 1. Położenie badanych gleb bielicoziemnych na obszarze TPN (rys. R. Zadrozny)

Fig. 1. Location of the investigated Podzols on TPN area

W celu oznaczenia ogólnej (zblizonej do całkowitej) zawartości metali ciężkich w materiale glebowym próbki po uprzednim wysuszeniu i spopieleniu materii organicznej (4 h w temp. 450°C) roztwarzano w mieszaninie 2:1 stężonych kwasów: azotowego(V) i chlorowego(VII), a następnie rozpuszczano w kwasie solnym (1:1). Zawartość parowniczek przenoszono do kolb miarowych przy użyciu gorącej zakwaszonej wody redestylowanej. W tak przygotowanych przesączach oznaczano zawartość Cd, Pb i Zn spektrometrem emisji atomowej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-AES).

W profilach glebowych, w których w poziomach organicznych, eluwalnych i iluwalnych wydzielono ich podpoziomy, zawartość analizowanych metali została podana jako średnia ważona, gdzie wagę stanowiła miąższość podpoziomu.

Na podstawie uzyskanych wyników obliczono wskaźniki akumulacji analizowanych metali wyrażone ilorazami ich zawartości w poziomach: organicznym i eluwalnym (O/E), eluwalnym i iluwalnym (E/BC) oraz organicznym i iluwalnym (O/BC).

Wyniki i dyskusja

Badane gleby charakteryzowały się dobrze wykształconymi profilami o miąższości nieprzekraczającej 100 cm i uziarnieniem gleb lekkich (najczęściej piasków). Były to gleby bardzo kwaśne o dużej zawartości materii organicznej (w poziomach O 172,8-379,9 g C org. · kg⁻¹, a BC 14,1-60,9 g C org. · kg⁻¹) [12].

Tabela 2
Zawartość (min, max i śred.) Cd, Pb i Zn w poziomach O, E i BC badanych gleb bielicoziemnych

Table 2
Content (min, max, mean) of Cd, Pb and Zn in O, E and BC horizons of investigated Podzols

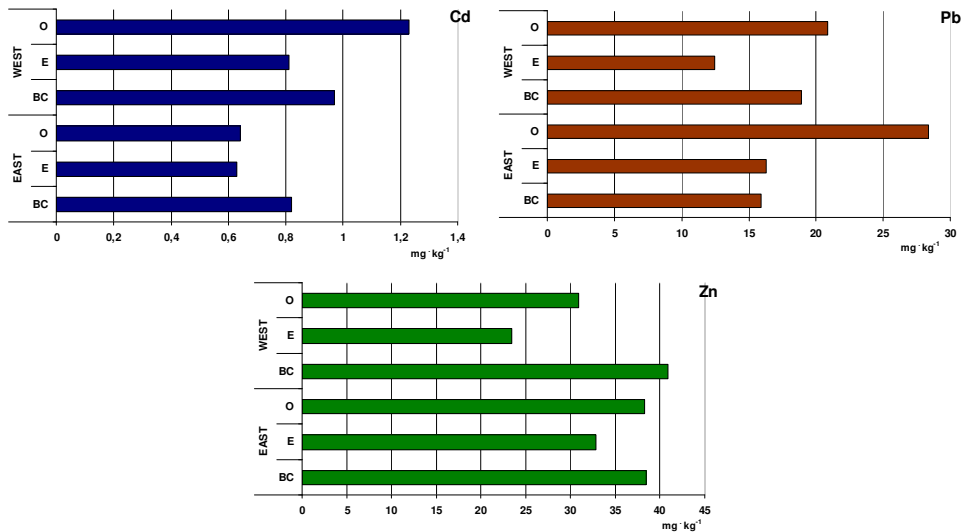
Poziom Horizon	Cd	Pb	Zn
	[mg · kg ⁻¹ s.m. (d.m.)]		
O - organiczny	0,01-4,28	8,6-44,80	15,80-60,80
	0,93	24,61	34,62
E - eluwalny	0,05-1,69	7,55-26,50	12,33-77,13
	0,72	14,39	28,13
BC - iluwalny	0,01-1,70	5,40-26,80	11,80-72,30
	0,89	17,39	39,65

Zawartość metali ciężkich we wszystkich wyodrębnionych poziomach glebowych mieściła się w stosunkowo szerokich przedziałach (tab. 2). W glebach najwięcej akumulowało się cynku 11,80-77,13 mg, następnie ołowiu 40-44,80 mg, a najmniej kadmu 0,01-4,28 mg w kg s.m. Porównując wyniki oznaczeń z maksymalnymi dopuszczalnymi stężeniami metali w glebie z obszarów podlegających ochronie przyrody podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi [DzU 2002, Nr 165, poz. 1359], w przypadku ołowiu i cynku nie stwierdzono nadmiernych ich ilości, natomiast zawartość kadmu w glebach niejednokrotnie była większa od wartości progowej, wynoszącej 1 mg · kg⁻¹ s.m. Oznaczone stężenia metali w poziomach organicznych były wyraźnie mniejsze od ich zawartości w wierzchniej warstwie gleb zlokalizowanych w południowej części Tatrzańskiego Parku Narodowego na terytorium Słowacji [14]. Gleby Tatr Słowackich zawierały średnio o 72% więcej kadmu, 274% ołowiu i 66% cynku. Również oznaczone

ilości badanych metali były mniejsze od analogicznych podanych przez Miechówkę [15] w rędzinach tatrzańskich.

Rozpatrując rozmieszczenie oznaczanych pierwiastków w poszczególnych profilach, stwierdzono, że na ogół największe ich ilości znajdowały się w poziomach organicznych, w poziomach eluwalnych zawartość metali była zdecydowanie mniejsza, a wzrastała (niekiedy przewyższając ilość odnotowaną w poziomie O danego profilu) w poziomach iluwalnych. Może to świadczyć o wpływie dużych ilości opadów występujących na tym terenie na przemieszczanie się pierwiastków w głąb profilu oraz mechanizmu procesu bielcowania, jaki w nich zachodzi. W badanych profilach gleb bielcoziemnych rozmieszczenie Cd, Pb i Zn było bardzo podobne do rozmieszczenia siarki oznaczonego w tych glebach [12, 13].

Analiza rozmieszczenia przestrzennego zawartości metali ciężkich wykazała, że gleby z zachodniej części TPN we wszystkich poziomach zawierały wyraźnie większe ilości kadmu w porównaniu do jego zawartości w glebach z części wschodniej, średnio w poziomach: organicznym o 92%, eluwalnym o 29% i iluwalnym o 17%. Z kolei, w poziomach organicznych gleb ze wschodniej części TPN zawartość ołowiu (o 30%) i cynku (o 23%) średnio przewyższała jego ilość oznaczoną w glebach z części zachodniej (rys. 2).

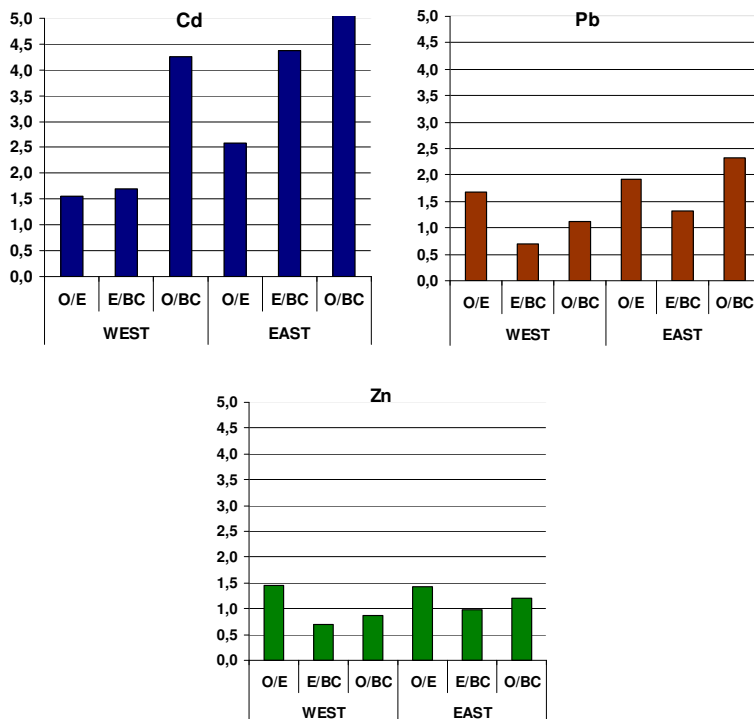


Rys. 2. Średnia zawartość analizowanych metali ciężkich w badanych glebach (WEST - część zachodnia TPN, EAST - część wschodnia TPN)

Fig. 2. The average content of investigated heavy metals in studied soils (WEST - west part of TPN, EAST - east part of TPN)

Obliczone wartości wskaźników akumulacji z podziałem na część wschodnią i zachodnią przedstawiono na rysunku 3. Spośród badanych metali ciężkich najwyższymi wartościami wskaźników akumulacji (od 1,5 do prawie 5) charakteryzował się kadm,

natomiast w przypadku ołowiu, a zwłaszcza cynku wartości te były wyraźnie niższe (w wielu przypadkach ich wartości były poniżej 1). Świadczyć to może o tym, że kadm znajdujący się w badanych glebach w znacznym stopniu jest pochodzenia antropogennego, natomiast ołów i cynk naturalnego.



Rys. 3. Średnia wartość współczynników akumulacji analizowanych metali obliczona dla O/E, E/BC i O/BC badanych gleb (WEST - część zachodnia TPN, EAST - część wschodnia TPN)

Fig. 3. The average value accumulation rates of the analyzed metals calculated for O/E, E/BC and O/BC (WEST - west part of TPN, EAST - east part of TPN)

Biorąc pod uwagę wyżej omówione wyniki badań, wydaje się, że ocena stopnia antropopresji na podstawie jedynie analizy wierzchnich poziomów gleb bielicoziemnych może być obarczona dużym błędem ze względu na ich specyficzne właściwości związane z możliwością wymywania pierwiastków do głębszych poziomów gleby, a co za tym idzie, zmniejszania kumulacji metali ciężkich w warstwie powierzchniowej.

Wnioski

1. Zawartość i rozmieszczenie analizowanych metali ciężkich w tatrzańskich glebach bielicoziemnych była warunkowana zachodzącym w nich procesem bielicowania i obecnością materii organicznej.

2. Zawartość kadmu w badanych glebach na ogół przekraczała (miejscami dość znacznie) zawartość dopuszczalną dla gleb terenów chronionych, natomiast oznaczone ilości ołowiu i cynku były poniżej wartości progowych.
3. Badane gleby z części zachodniej TPN zawierały wyraźnie większe ilości kadmu od gleb z części wschodniej.
4. Większość z badanych gleb charakteryzowała się akumulacją kadmu pochodzenia antropogenicznego, a obecne w nich ołów i cynk związane były z ich skałą macierzystą.
5. Zawartości metali ciężkich w poziomach organicznych gleb bielicoziemnych z polskiej części Tatr były wyraźnie mniejsze od ich zawartości w rędzinach tatrzańskich oraz powierzchniowej warstwie gleb ze słowackiej części Tatr.

Literatura

- [1] Schejbal-Chwastek M, Tarkowski J. *Prace Mineralogiczne*. 1988;80:1-92.
- [2] Kasina S. *Ochr Powietrza*. 1989;4:102-104.
- [3] Manecki A, Schejbal-Chwastek M, Tarkowski J. Antropogeniczne zanieczyszczenia atmosfery na obszarach parków narodowych Polski Południowej. W: *Środowisko przyrodnicze i kultura Podhala. Seminarium naukowe*. Szczawnica Zdrój, 04-06.05.1990; 184-193.
- [4] Reiners WA, Marks RH, Vitousek PM. *OIKOS*, 1975;26:264-275.
- [5] Grodzińska K, Godzik B, Szarek G, Prądnik. *Prace Muz Szafera*. 1993;7-8;153-158.
- [6] Nicia P, Miechówka A, Gąsiorek M, Zadrożny P. *Chem Inż Ekol*. 2004;11(8):755-760.
- [7] Niemyska-Łukaszuk J, Miechówka A, Zadrożny P, Gąsiorek M. *Probl Zagosp Ziem Górskich*. 2005;52:71-77.
- [8] Skłodowski P. *Roczn Glebozn*. 1968;19(1):99-119.
- [9] Fuller R D, Dawid MB, Driscoli CT. *Soil Sci Soc Amer J*. 1985;49:1034-1040.
- [10] Gustaffson JP, Jacks G. *Environ Pollut*. 1993;81:185-191.
- [11] Bhatti JS, Foster NW, Evans L. *J Can J Soil Sci*. 1997;77:397-404.
- [12] Zadrożny P, Miechówka A, Nicia P. *Zesz Probl Post Nauk Roln*. 2007;520:571-578.
- [13] Zadrożny P, Miechówka A. *Rocz Glebozn*. 2008;59(3-4):297-301.
- [14] Rapalska M. Analiza zawartości metali ciężkich w glebach Tatrzańskiego Parku Narodowego w części słowackiej (TANAP). *Mat. V Krakowskiej Konf. Młodych Uczonych*, 23-25.09.2010. Grupa Naukowa Pro Futuro, Kraków; 327-335.
- [15] Miechówka A. Charakterystyka tatrzańskich gleb nieleśnych wytworzonych ze skał węglanowych. *Zesz Nauk AR w Krakowie, Rozprawy*, 263. Kraków: 2000, 86.

CONTENT OF Cd, Pb AND Zn IN PODZOLS TATRA NATIONAL PARK

Department of Agricultural and Environmental Chemistry, University of Agriculture in Krakow

Abstract: The study included 12 soil profiles with advanced of Tatra podzols with well-formed *albic spodic* horizons. In majority of the profiles, the highest contents of the analyzed elements were characterized by their organic surface horizons. In general, the contents of Cd, Pb and Zn in *albic* horizons of analyzed soils was lower than the corresponding *spodic* horizons. According to the Regulation of Minister of Environment from 9 September 2002 *on standards for soil quality and standards of the land* [DzU 2002 Nr. 165, poz. 1359] identified the contents of Pb and Zn did not exceed the allowable amount of these elements specified for soils of protected areas. However, in some horizons of the analyzed soils identified Cd content exceeded the permissible amounts of this element, as defined for soils of protected areas.

Keywords: podzolization, heavy metals, Tatra National Park