

## ZAWARTOŚĆ CYNKU, OŁOWIU I KADMU W PROFILACH RÓŻNYCH PODTYPÓW RĘDZIN GIPSOWYCH

*Joanna Niemyska-Łukaszuk, Krystyna Ciarkowska*

Zakład Gleboznawstwa, Akademia Rolnicza im. H. Kollątaja w Krakowie

### Wstęp

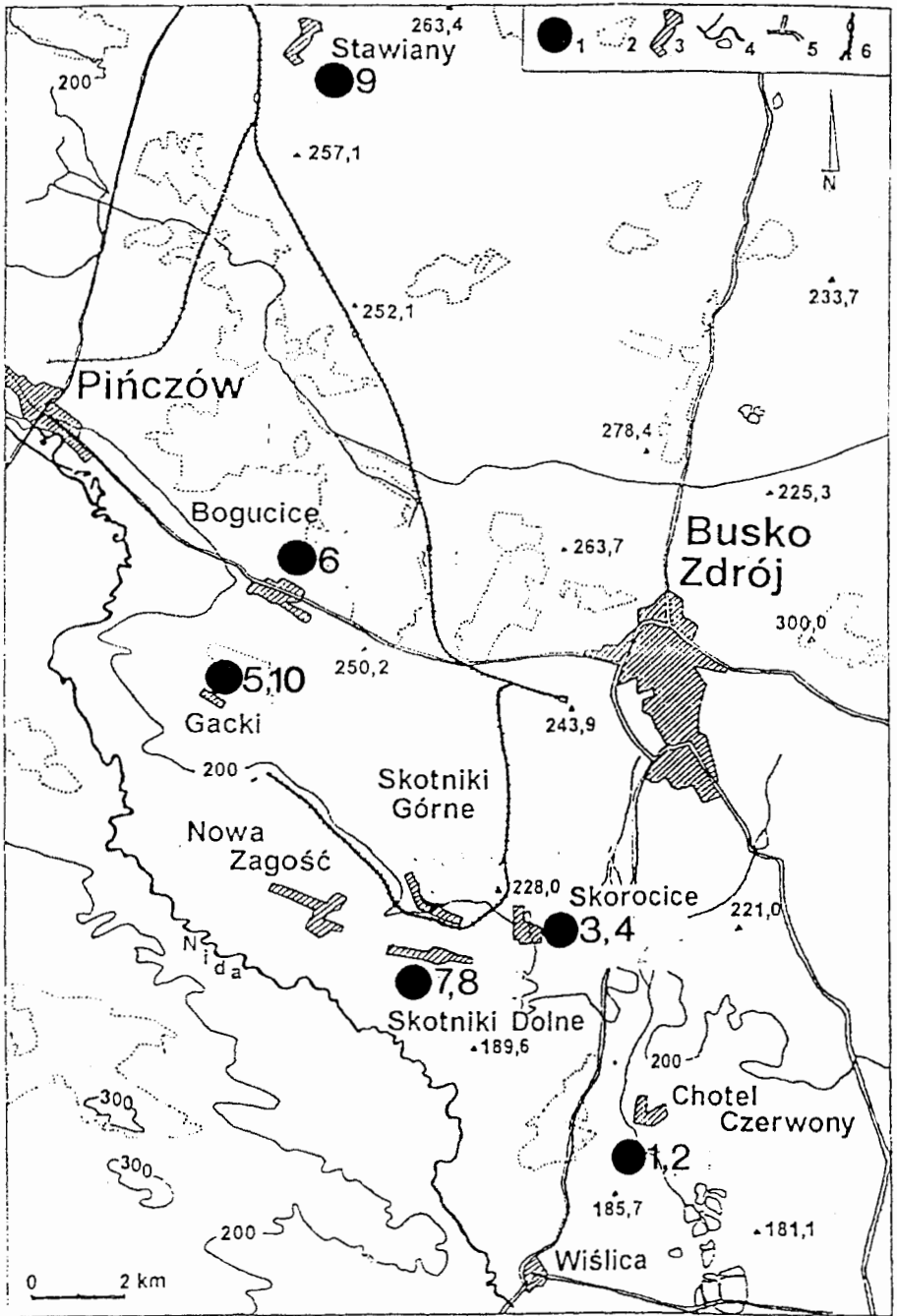
Przeprowadzone na szeroką skalę, przez Terelaka i współpracowników badania [TERELAK i in. 1995], mające na celu określenie skażenia metalami ciężkimi gleb użytków rolnych Polski, dotyczyły głównie oceny poziomów próchnicznych (0-20 cm). Nie obejmowały one całych profilów, a zatem i skał macierzystych, w których zawartość metali ciężkich może być traktowana jako tło geochemiczne [GALLER 1992; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993]. W wyniku obiegu biogeochemicznego pierwiastki te dostają się ze skał do zwietrzeliny i poziomów genetycznych, w których nagromadzają się dzięki zachodzącym procesom pedogenicznym, a także w efekcie wprowadzania ich do środowiska przyrodniczego na skutek przemysłowej i gospodarczej działalności człowieka [NIEMYSKA-ŁUKASZUK 1993, 1995].

W celu przedstawienia zawartości metali ciężkich w profilach rędzin gipsowych, oznaczono w nich całkowite formy cynku, ołowiu i kadmu oraz wyliczono współczynniki akumulacji (WA) tych metali w poziomach próchnicznych w stosunku do ich zawartości w skałach macierzystych.

### Materiał i metody

Badania przeprowadzono na materiale glebowym pochodzącym z 10 profili rędzin wytworzonych z 3 odmian miocenijskich gipsów: selenitowego, zbitego i łupkowego, występujących na terenie Niecki Nidziańskiej. Obszar ten zajmuje powierzchnię około 8,5 tys. km<sup>2</sup> i stanowi obniżenie terenu położone między Górami Świętokrzyskimi a Wyżyną Krakowsko-Częstochowską. Wybrane profile reprezentują gleby orne i trwale zadarnione, należące do wszystkich wydzielonych na tym terenie podtypów rędzin: inicjalnych (profile 1, 2), właściwych (profile 3-5), brunatnych (profile 6-8) i czarnoziemnych (profile 9, 10), (rys. 1, tab. 1).

W celu określenia niektórych właściwości fizyko-chemicznych badanych gleb wykonane zostały następujące oznaczenia: składu granulometrycznego metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, pH potencjometrycznie w 1 mol KCl·dm<sup>-3</sup>, zawartość substancji organicznej przez utlenienie C organicznego dichromianem potasu (IV) zmodyfikowaną metodą Tiurina.



Rys. 1. Lokalizacja badanych profili rędzin gipsowych  
 Fig. 1. Location of the investigated gypsum rendzina profiles

Tabela 1; Table 1

Ogólna charakterystyka i niektóre właściwości badanych gleb  
General characteristics and some properties of investigated soils

Numer profilu Profile no.	Typ i podtyp Type and subtype	Podłoże skalne: odmiana gipsu Parent rock: gypsum form	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	pH <sub>KCl</sub>	C org. Org. C (%)	% frakcji o średnicy w mm % fraction of diameter mm	
							<0,02	<0,002
1	Rędzina inicjalna Lithic Leptosols Chotel Czerwony	selenitowy selenite	AC	0-7	4,8	1,76	33	9
2	Rędzina inicjalna Lithic Leptosols Chotel Czerwony	selenitowy selenite	AC	0-9	6,3	12,53	8	2
3	Rędzina właściwa Mollic Leptosols Skorocice	selenitowy selenite	Ah	0-5	5,8	7,55	15	9
			A/Cca	5-20	7,2	2,06	64	13
			C1ca	20-35	7,3	n.o.	63	15
			C2ca	<35	6,1	n.o.	n.o.	n.o.
4	Rędzina właściwa Mollic Leptosols Skorocice	zbity compact	Ap	0-20	7,2	2,91	40	20
			A/Cca	20-35	7,4	n.o.	40	18
			C1ca	35-50	7,3	n.o.	39	15
			C2ca	50-70	8,0	n.o.	53	26
5	Rędzina właściwa Mollic Leptosols Gacki	łupkowy shaly	Ah	0-27	7,4	2,36	66	8
			A/Cca	27-37	7,5	0,57	71	8
			Cca	37-67	7,6	n.o.	12	7
6	Rędzina brunatna Cambic Leptosols Bogucice	selenitowy selenite	Ah	0-20	7,0	2,81	19	6
			A/BbrC	20-35	7,7	0,23	27	10
			BbrC	35-43	7,4	n.o.	28	11
7	Rędzina brunatna Cambic Leptosols Skotniki Dolne	zbity compact	h	0-17	7,2	1,75	52	23
			ABbrCca	17-35	7,7	0,80	72	28
			BbrCca	35-62	7,9	n.o.	75	22
8	Rędzina brunatna Cambic Leptosols Skotniki Dolne	łupkowy shaly	Ap	0-16	7,0	2,94	39	22
			A/BbrCca	16-38	7,5	0,72	58	41
			Cca	<38	7,9	n.o.	77	41
9	Rędzina czarnoziemna Mollic Leptosols Stawiany	zbity compact	Ap	0-14	7,7	5,34	50	32
			A	14-45	8,0	3,22	49	32
			ACca	45-87	8,1	2,57	48	27
			Cca	<87	8,2	n.o.	n.o.	n.o.
10	Rędzina czarnoziemna Mollic Leptosols Gacki	łupkowy shaly	Ap	0-20	7,2	4,13	65	28
			A	20-40	7,1	3,70	68	22
			ACca	40-54	7,2	1,75	81	18
			Cca	54-87	7,4	n.o.	81	38

n.o. – nie oznaczono; not determined

Całkowitą zawartość kadmu oznaczono w próbkach powietrznie suchych po rozтворzeniu gleby w mieszaninie stężonych kwasów azotowego i nadchlorowego metodą ASA, stosując do atomizacji płomień acetylenowo-powietrzny.

## Omówienie wyników

Zawartość form całkowitych cynku, ołowiu i kadmu w okruskach skał gipsowych zależy od odmiany gipsu. Jest ona wyraźnie wyższa w gipsie łupkowym i zbitym aniżeli w gipsie selenitowym (tab. 2). Największą zmienność wykazuje zawartość cynku, która w gipsie łupkowym waha się w zakresie od 7,98 do 54,11 mg·kg<sup>-1</sup>, w gipsie zbitym od 10,78 do 58,27 mg·kg<sup>-1</sup> i jest dużo niższa w selenicie, wynosząc od 1,39 do 9,07 mg·kg<sup>-1</sup>. Zawartość ołowiu w okruskach skał macierzystych badanych gleb jest mniej zróżnicowana, ale zachowana jest podobna zależność jak w przypadku cynku. Wyższe zawartości ołowiu występują w gipsie zbitym (11,88–22,73 mg·kg<sup>-1</sup>) i łupkowym (5,32–17,14 mg·kg<sup>-1</sup>) aniżeli w selenitowym (1,06–5,12 mg·kg<sup>-1</sup>). Zawartość kadmu w badanych skałach jest bardzo niska, zarówno w gipsie selenitowym (śląd–0,07 mg·kg<sup>-1</sup>) jak i łupkowym (0,05–0,07 mg·kg<sup>-1</sup>), i tylko nieco wyższa w gipsie zbitym, gdzie dochodzi do 0,10 mg·kg<sup>-1</sup>. Wyższą zawartość badanych metali ciężkich w gipsie łupkowym i zbitym aniżeli w selenicie, można tłumaczyć wyższą zawartością ilu w tych odmianach skał gipsowych. Większy udział ilu wpływa na ogół na kumulację badanych metali w skałach osadowych [GLIŃSKI, BARAN 1970; GALLER 1992; KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1993].

Tabela 2; Table 2

Zakresy całkowitej zawartości Zn, Pb i Cd w okruskach skały macierzystej  
Ranges of total Zn, Pb and Cd contents in fragments of parent rock

Odmiana gipsu Gypsum form	Zakresy zawartości Me <sup>+2</sup> Me <sup>+2</sup> content ranges (mg·kg <sup>-1</sup> )		
	Zn	Pb	Cd
Selenitowy Selenite	1,39–9,07	1,06–5,12	śląd; trace–0,07
Łupkowy Shaly	7,98–54,71	5,32–17,14	0,05–0,07
Zbity Compact	10,78–58,27	11,88–22,73	0,05–0,10

Porównując uzyskane wyniki zawartości form całkowitych Zn, Pb i Cd w gipsach Niecki Nidziańskiej z rezultatami badań GAMBUSIA [1993], dotyczącymi zawartości tych metali w wapieniach województwa krakowskiego, widoczne jest, że zawartość kadmu w gipsach mieści się w dolnej granicy zawartości tego metalu w wapieniach, zawartość cynku występuje w środku przedziału zawartości tego metalu w wapieniach, natomiast zawartość ołowiu mieści się w jego górnej granicy.

Zawartość form całkowitych cynku, ołowiu i kadmu oznaczono również we wszystkich poziomach wybranych profili glebowych (tab. 3). Najwyższą zawartością tego metalu odznaczają się poziomy powierzchniowe; w miarę wzrostu głębokości zawartość cynku maleje, osiągając najniższą wartość w poziomach skały macierzystej. Profilowe rozmieszczenie ołowiu i kadmu jest w większości przypadków wyrównane i zbliżone do zawartości tych metali w skałach, ale z wyraźną

akumulacją w poziomach próchnicznych (tab. 3). Najwyższą zawartością ołowiu, wynoszącą 51,86 mg·kg<sup>-1</sup> gleby odznacza się poziom Ap profilu 9, a najniższą – 5,79 mg·kg<sup>-1</sup> gleby – poziom Ah profilu 5. Najwięcej kadmu – 0,868 mg·kg<sup>-1</sup> gleby, występuje w poziomie Ap profilu 9, a najmniej, bo 0,06 mg·kg<sup>-1</sup> w poziomie AC profilu 1. Podkreślić trzeba, że oba profile (9 i 10) rędzin czarnoziemnych charakteryzują się najwyższą zawartością cynku i kadmu w całych profilach, co związane jest z wysoką i prawie wyrównaną zawartością węgla organicznego i ilitu koloidalnego w tych glebach (tab. 1).

Tabela 3; Table 3

Calkowita zawartość Zn, Pb i Cd oraz wartości współczynników akumulacji (WA) tych metali w poziomach powierzchniowych badanych gleb

Total Zn, Pb and Cd contents and accumulation coefficients of these metals in top horizons of investigated soils

Numer profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Calkowita zawartość Me <sup>+2</sup> w mg·kg <sup>-1</sup> oraz wartości WA* Total Me <sup>+2</sup> content (mg·kg <sup>-1</sup> ) and WA* values					
			Zn	Wa	Pb	WA	Cd	WA
1	AC	0–7	12,33	–	7,48	–	0,06	–
2	AC	0–9	35,50	–	14,55	–	0,662	–
3	Ah	0–5	27,00	2,98	24,09	4,70	0,209	20,90
	A/Cca	5–20	13,07		5,08		0,086	
	C1ca	20–35	9,07		4,12		0,010	
4	Ap	0–20	74,25	1,27	25,09	1,10	0,492	9,84
	A/Cca	20–35	26,72		15,53		0,131	
	C1ca	35–50	6,51		15,35		0,04	
	C2ca	50–70	58,27		22,73		0,05	
5	Ah	0–27	15,09	1,89	5,79	1,08	0,30	6,00
	A/Cca	27–37	13,28		4,68		0,05	
	Cca	37–67	7,98		5,32		0,05	
6	Ah	0–20	66,46	7,56	26,30	6,58	0,489	8,15
	A/BbrC	20–35	14,05		2,92		0,02	
	BbrC	35–43	8,79		4,00		0,06	
7	Ah	0–17	70,68	6,56	37,14	3,13	0,135	1,35
	ABbrCca	17–35	38,74		31,86		0,10	
	BbrCca	35–62	10,78		11,88		0,10	
8	Ap	0–16	67,02	1,23	24,79	1,59	0,167	3,34
	A/BbrCca	16–38	44,09		13,73		0,05	
	Cca	<38	54,71		15,63		0,05	
9	Ap	0–14	135,77	1,34	51,86	1,26	0,868	4,03
	A	14–45	112,50		32,60		0,385	
	ACca	45–87	101,00		41,08		0,215	
10	Ap	0–20	132,40	9,83	21,89	1,35	0,540	7,71
	A	20–40	107,70		24,66		0,465	
	ACca	40–54	27,30		17,78		0,095	
	Cca	54–87	13,46		16,18		0,070	

WA\* – iloraz całkowitej zawartości badanego metalu w poziomie powierzchniowym i skale macierzystej; a quotient of total content of investigated metal in top horizon and in parent rock

W rędzinach zawartość badanych metali wiąże się ściśle z obecnością obcych domieszek w zwietrzelinie skalnej. Zależność tę podkreślała Niemyska-Łukaszuk, oznaczając zdecydowanie wyższą zawartość metali ciężkich w rędzinach i zwietrzelinach wapieni zachodniej części Pienińskiego Pasa Skałkowego, które zawierały domieszkę piasku plejstoceniowego, aniżeli w czystej wapiennej zwietrzelinie [NIEMYSKA-ŁUKASZUK 1993]. Analogicznie w rędzinach gipsowych Niecki Nidziańskiej znacznie wyższe zawartości badanych metali oznaczone zostały w glebach wytworzonych z gipsów zbitych i łupkowych, które są bogatsze w krzemionkę i części ilaste, aniżeli w glebach wytworzonych z czystego selenitu. Całkowita zawartość Zn i Pb w wybranych rędzinach Niecki Nidziańskiej jest zbliżona do zawartości tych metali w rędzinie ze Słomnik, a tylko zawartość kadmu w całym profilu rędziny ze Słomnik (wynosząca od  $0,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  w poziomej skały macierzystej do  $1,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  w poziomie próchnicznym) przekracza wyraźnie zawartość tego metalu w rędzinach Niecki Nidziańskiej [GORLACH i in. 1993].

Otrzymane wyniki całkowitej zawartości badanych metali ciężkich są zbliżone do podanych zawartości Zn, Pb i Cd dla rejonu Niecki Nidziańskiej w Atlasie Geochemicznym Polski [LIS-PASIECZNA 1995].

Ponieważ w większości gleb koncentracja pierwiastków śladowych związana jest z frakcją ilastą, istotne zróżnicowanie ich całkowitej zawartości jest charakterystyczne dla zmienności gatunkowej gleb [KABATA-PENDIAS i in. 1993]. Zgodnie z normami ustalonymi przez IUNG w Puławach, dla gleb średnio ciężkich i ciężkich, pod względem zawartości cynku, ołowiu i kadmu, badane gleby należą do 0° zanieczyszczenia, czyli gleb o naturalnej zawartości metali ciężkich, które mogą być przeznaczone pod wszystkie uprawy rolnicze [KABATA-PENDIAS i in. 1993]. Wyjątkiem są dwa profile (9, 10), które mają podwyższoną zawartość cynku (1° zanieczyszczenia).

Zawartość oznaczonych metali w poziomach próchnicznych, mimo że mieszcząca się na ogół w zakresie podanym dla 0° zanieczyszczenia, znacznie przekracza ich zawartość w skałach macierzystych. Wskazują na to wysokie współczynniki akumulacji (WA), świadczące o antropogenicznym pochodzeniu tych metali. Współczynniki akumulacji badanych metali zostały wyliczone jako ilorazy zawartości metali w poziomach akumulacji substancji organicznej i ich zawartości w poziomach skały macierzystej lub przejściowych do skały macierzystej (tab. 3). Wartości WA są zawsze większe od jedności, a ich wielkość na ogół wzrasta następująco  $\text{Pb} < \text{Zn} < \text{Cd}$  lub  $\text{Zn} < \text{Pb} < \text{Cd}$ . Wysokie wartości współczynników akumulacji (WA) ołowiu, kadmu, rzadziej cynku, wskazują na antropogeniczne pochodzenie badanych metali w profilach gleb Niecki Nidziańskiej. Region występowania badanych rędzin gipsowych zamknięty w trójkącie między miastami Pińczów, Busko-Zdrój i Wiślica, położony jest w odległości 120–130 km na wschód od Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, w odległości 100 km na północny-wschód od aglomeracji miejsko-przemysłowej Krakowa. Częściowo należy on do kieleckiego obszaru ekologicznego zagrożenia [KOZŁOWSKI 1991]. To sąsiedztwo, wraz z odległą o 50 km w kierunku wschodnim elektrownią w Połańcu, wpływa na antropogenizację środowiska przyrodniczego tej części Niecki Nidziańskiej. Przemieszczające się masy powietrza, zgodnie z kierunkami najczęściej wiejących wiatrów, transportują zanieczyszczenia przemysłowe, które wraz z opadami atmosferycznymi deponowane są w glebach.

Tabela 4; Table 4

Współczynniki korelacji prostej określające współzależność między całkowitą zawartością Zn, Pb i Cd a niektórymi właściwościami fizyko-chemicznymi badanych gleb

Simple correlation coefficients for the relationship between total contents of Zn, Pb and Cd and some physico-chemical properties of investigated soils

Właściwości gleby Soil properties	Całkowita zawartość metali; Total content of metal		
	Zn	Pb	Cd
II koloidalny Colloidal clay	0,4856**	0,4732*	0,0291
C org.; Organic C	0,1771	0,1854	0,4677*
Ołów; Lead	0,8061**	–	0,4535*
Cynk; Zinc	–	0,8061***	0,6680**

\*p=0,05

\*\*p = 0,01

\*\*\*p = 0,001

Całkowitą zawartość cynku, ołowiu i kadmu z wszystkich poziomów genetycznych porównano z niektórymi właściwościami fizyko-chemicznymi badanych gleb (tab. 4). Sprawdzone, czy zachodzi statystycznie istotny związek między wybranymi właściwościami gleby a występowaniem cynku, ołowiu i kadmu. W wybranych glebach Niecki Nidziańskiej zależność między zawartością ilu koloidalnego a zawartością badanych metali jest statystycznie silnie istotna dla całkowitej zawartości cynku ( $r=0,4856$  przy  $p=0,01$ ), słabsza dla ołowiu ( $r=0,4732$  przy  $p=0,05$ ), natomiast statystycznie nieistotna dla kadmu. Zależność między zawartościami C organicznego i badanych metali jest statystycznie istotna tylko w przypadku kadmu ( $r=0,4677$  przy  $p=0,05$ ). Między całkowitą zawartością Zn, Pb i Cd stwierdzono statystycznie istotną wzajemną zależność, opisaną wysokimi wartościami współczynników korelacji. Najwyższym współczynnikiem korelacji  $r=0,8061$  przy  $p=0,001$  jest wyrażona współzależność między występowaniem Zn i Pb (tab. 4).

### Wnioski

1. Zawartość badanych metali ciężkich w skałach gipsowych jest zróżnicowana. W okruskach selenitu oznaczono niższe zawartości cynku, ołowiu i kadmu aniżeli w okruskach gipsu zbitego i łupkowego, co związane jest z wyższą zawartością krzemionki i ilu w tych odmianach gipsu.
2. W profilach glebowych zawartość badanych metali mieści się w granicach (ustalonych przez IUNG) dla gleb niezanieczyszczonych metalami ciężkimi.
3. Wysokie wartości współczynników akumulacji (WA) świadczą o nagromadzeniu Zn, Pb i Cd w górnych poziomach badanych gleb, co można tłumaczyć zarówno biogeochemiczną akumulacją tych metali związaną z wysoką zawartością próchnicy, jak i antropogenicznym zanieczyszczeniem środowiska przyrodniczego w rejonie Niecki Nidziańskiej.

## Literatura

- GALLER J. 1992. *Schwermetalltransfer in der Nahrungskette*. Forderungsdienst Beratungservice 9: 61–68.
- GAMBUŚ F. 1993. *Metale ciężkie w wierzchniej warstwie gleb i roślinach regionu krakowskiego*. Zeszyty Naukowe AR. Rozpr. hab. 176: 81 ss.
- GLIŃSKI J., BARAN S. 1970. *Correlations between the content of some elements in mineral soils of South Poland*. Polish J. of Soil Science 3/1: 15–24.
- GORLACH E., BRYDAK K., GAMBUŚ F. 1993. *Distribution of heavy metals in soil profiles of the Cracow region*. Polish J. of Soil Science 26/2: 97–104.
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. PWN Warszawa: 364 ss.
- KABATA-PENDIAS A., PIOTROWSKA M., WITEK T. 1993. *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*. IUNG Puławy P(53): 20 ss.
- KOZŁOWSKI S. 1991. *Gospodarka a środowisko przyrodnicze*. PWN Warszawa: 290 ss.
- LIS J., PASIECZNA A. 1995. *Atlas Geochemiczny Polski, 1:2500000*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- NIEMYSKA-ŁUKASZUK J. 1993. *Formy cynku, ołowiu i kadmu w glebach wybranych regionów Karpat zachodnich*. Zesz. Naukowe AR. Rozpr. hab. 187: 60 ss.
- NIEMYSKA-ŁUKASZUK J. 1995. *Wpływ składu granulometrycznego i odczynu gleby na zawartość przyswajalnych form metali ciężkich*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 459–464.
- TERELAK H., PIOTROWSKA M., MOTOWICKA-TERELAK T., STUCZYŃSKI T., BUDZYŃSKI K. 1995. *Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418: 45–60.

**Słowa kluczowe:** Zn, Pb, Cd, rędziny gipsowe, Niecka Nidziańska

## Streszczenie

Badania nad zawartością cynku, ołowiu i kadmu w różnych podtypach rędzin gipsowych Niecki Nidziańskiej przeprowadzono na materiale glebowym pobranym z 10 profilów glebowych. Zawartość badanych metali ciężkich w skałach macierzystych (gipsowych) jest zróżnicowana. W okruchach selenitu oznaczono niższe ich zawartości aniżeli w okruchach gipsu zbitego i lupkowego, co związane jest z wyższą zawartością krzemionki i ilu w tych odmianach gipsu. Oznaczona zawartość metali ciężkich mieści się w granicach (ustalonych przez IUNG) dla gleb niezanieczyszczonych tymi metalami, jednak wysokie wartości współczynników akumulacji (WA) świadczą o nagromadzeniu Zn, Pb i Cd w górnych poziomach badanych gleb, co można tłumaczyć zarówno biogeochemiczną akumulacją tych metali związaną z wysoką zawartością próchnicy, jak i antropogenicznym zanieczyszczeniem środowiska przyrodniczego w rejonie Niecki Nidziańskiej.



ZINC, LEAD AND CADMIUM CONTENTS IN THE PROFILES  
OF DIFFERENT SUBTYPES OF GYPSIC RENDZINAS

*Joanna Niemyska-Łukaszuk, Krystyna Ciarkowska*  
Department of Soil Science, Agricultural University, Kraków

Key words: Zn, Pb, Cd, gypsic rendzinas, Niecka Nidziańska

## Summary

The studies on zinc, lead, and cadmium contents in different subtypes of gypsic rendzinas from Niecka Nidziańska were carried out on soil material taken from 10 profiles. The content of investigated heavy metals in parent rocks (gypsic) is differentiated. In selenite fragments the contents of Zn, Pb and Cd were lower than in compact gypsum and shaly gypsum fragments, what is related to higher content of silica and clay in these forms of gypsum. The contents of heavy metals were within the limits (determined by IUNG) for soils unpolluted with heavy metals, high values of accumulation coefficients (WA) proved the Zn, Pb and Cd accumulation in upper horizons of investigated soils. That fact may be explained by biogeochemical accumulation of these metals being linked to a high humus content as well as the anthropogenic pollution of natural environment in the area of Niecka Nidziańska.

Prof. dr hab. Joanna **Niemyska-Łukaszuk**  
Zakład Gleboznawstwa  
Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja  
al. A. Mickiewicza 21  
31-120 KRAKÓW