

WIĄZANIE METALI CIĘŻKICH PRZEZ PRÓCHNICĘ W GLEBACH  
NARAŻONYCH NA ODDZIAŁYWANIE ZANIECZYSZCZEŃ  
KOMUNIKACYJNYCH

*Krzysztof Gonddek, Barbara Filipek-Mazur*

Katedra Chemii Rolnej, Akademia Rolnicza, Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków  
e-mail: rrgondek@cyf-kr.edu.pl

**Streszczenie.** Celem niniejszej pracy było określenie roli jaką odgrywa próchnica przy wiązaniu metali ciężkich (Cu, Zn, Pb, Ni) w glebach narażonych na oddziaływanie zanieczyszczeń komunikacyjnych. Pod względem całkowitej zawartości badanych metali ciężkich analizowane gleby należały do grupy gleb o naturalnej bądź podwyższonej ich zawartości. Nie stwierdzono wyraźnego zróżnicowania w zawartości metali ciężkich w glebach pobranych w różnych odległościach od jezdni, a stwierdzone wzbogacenie warstwy darniowej badanych gleb w metale ciężkie prawdopodobnie miało charakter punktowy i nie było związane z oddziaływaniem zanieczyszczeń komunikacyjnych. Substancja organiczna jest jednym z głównych komponentów gleby wiążących miedź i ołów. Ilości tych metali zgromadzone we frakcji związanej z substancją organiczną były istotnie skorelowane z zawartością węgla organicznego. Cynk i nikiel były słabiej wiązane przez substancję organiczną badanych gleb.

Słowa kluczowe: gleba, metale ciężkie, próchnica, szlak komunikacyjny

WSTĘP

Próchnica glebowa zawiera szereg grup karboksylowych i fenolowych, które z kationami metali ciężkich mogą tworzyć kompleksy – związek humusowy – metal, zwane chelatami. Trwałość chelatów zależy między innymi od odczynu gleby i rodzaju jonu metalu [5]. Tworzenie kompleksów metaloorganicznych w glebie jest bardzo ważne ze względu na zapobieganie wymywania z gleby toksycznych jonów metali ciężkich, a także częściową ich detoksykację i ograniczenie pobierania przez rośliny.

Na ogół przyjmuje się, że zanieczyszczenia emitowane przez przemysł i komunikację, także metale ciężkie nie są przemieszczane w środowisku glebowym [12]. Zagadnienia te nie są jednak całkowicie wyjaśnione, chociaż istnieje dość obszerna literatura dotycząca wpływu poszczególnych czynników środowiska glebowego na sorpcję metali ciężkich i ich uruchamianie [1,3,6]. Badania te w większości dotyczą gleb, do których metal wprowadzono w formie roztworów lub łatwo rozpuszczalnych soli [12]. Inny problem stanowią gleby, które ze względu na ich usytuowanie są w sposób ciągły narażone na oddziaływanie zanieczyszczeń.

Celem badań było określenie roli, jaką odgrywa próchnica przy wiązaniu metali ciężkich w glebach narażonych na oddziaływanie zanieczyszczeń komunikacyjnych.

#### MATERIAŁ I METODY

Przedmiotem badań były próbki gleb pochodzące z terenu powiatu dębickiego, pobrane (w 2001 roku) z 24 punktów wzdłuż drogi krajowej Nr 4. W celu ujednolicenia i ułatwienia interpretacji wyników badań prowadzono je na glebach zadarnionych, pokrytych trwałą roślinnością mieszaną. Próbki gleb pobierano w odległości od skraju jezdni 5, 25, 50 i 100 m, z warstwy 0-10 cm najbardziej narażonej na opad pyłów i zanieczyszczeń komunikacyjnych.

W powietrznie suchych i przesianych przez sito (o średnicy 1 mm) próbkach gleb oznaczono skład granulometryczny metodą areometryczną Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, odczyn potencjometrycznie w zawiesinie KCl o stężeniu 1 mol dm<sup>-3</sup>, a zawartość węgla organicznego metodą Tiurina. Zawartość wiązanych przez związki próchniczne metali ciężkich (miedź, cynk, ołów i nikiel) oznaczono według sekwencyjnej ekstrakcji chemicznej Zeiena i Brümmera [13]. W uzyskanych ekstraktach zawartość badanych metali ciężkich oznaczono metodą ICP-AES z wykorzystaniem aparatu firmy JY 238 Ultrac. Ogólną zawartość badanych metali ciężkich wyliczono jako sumę frakcji.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Zestawione w tabeli 1 dane opisujące wyniki analizy składu granulometrycznego gleb wskazują na znaczne zróżnicowanie analizowanej cechy. Badany materiał glebowy mieścił się w zakresie gleb lekkich do średnich z przewagą utworów pyłowych i pylastych.

Wartości pH gleb mierzone w zawiesinie KCl o stężeniu 1 mol·dm<sup>-3</sup>, mieściły się w zakresie 3,51-6,16 (tab. 1), co wskazuje, że badane gleby zawierały się w przedziale

**Tabela 1.** Podstawowe właściwości fizyczne i chemiczne badanych gleb  
**Table 1.** Some physical and chemical properties in the soils investigated

Nr próbki Sample No.	Odległość od jezdni Distance from the roadway (m)	Frakcja Fraction (%)			pH <sub>(KCl)</sub>	C organiczny Organic C (g·kg <sup>-1</sup> ) suchej masy gleby dry mass of soil
		1,0-0,1	0,1-0,2	<0,02		
(mm)						
Machowa 520,0 km*						
1	5	73	16	11	5,58	10,47
2	25	72	16	12	4,40	14,01
3	50	56	15	29	4,85	43,84
4	100	64	17	19	4,03	19,07
Łęki Dolne 523,7 km*						
5	5	57	21	22	4,97	19,30
6	25	46	27	27	4,09	42,73
7	50	59	19	22	3,83	28,84
8	100	56	25	19	4,70	26,80
Parkosz 531,9 km*						
9	5	57	30	13	5,06	16,69
10	25	62	19	19	3,95	5,35
11	50	65	22	13	3,67	6,10
12	100	67	26	7	3,51	7,67
Dębica I 539,0 km*						
13	5	47	37	16	6,16	20,23
14	25	52	32	16	5,56	13,90
15	50	46	34	20	5,43	14,30
16	100	51	31	18	4,78	10,58
Dębica II 539,6 km*						
17	5	33	43	24	5,93	29,42
18	25	25	52	23	4,01	11,22
19	50	17	61	22	4,30	12,79
20	100	23	56	21	3,71	13,02
Dębica III 543,0 km*						
21	5	47	36	17	5,18	6,69
22	25	50	33	17	4,66	16,10
23	50	42	38	20	3,87	12,33
24	100	47	34	19	3,77	9,07
Odchylenie standardowe Standard deviation		14,70	12,67	5,06	0,77	10,43
Wsp. zmienności (V%) Coefficient of variation		29	41	27	17	61

\*długość drogi road length, km.

gleb kwaśnych do lekko kwaśnych. Na podstawie uzyskanych wyników odczynu gleb stwierdzono w każdym przypadku mniejsze zakwaszenie gleby w próbkach pobranych w najmniejszej odległości od jezdni – 5 m.

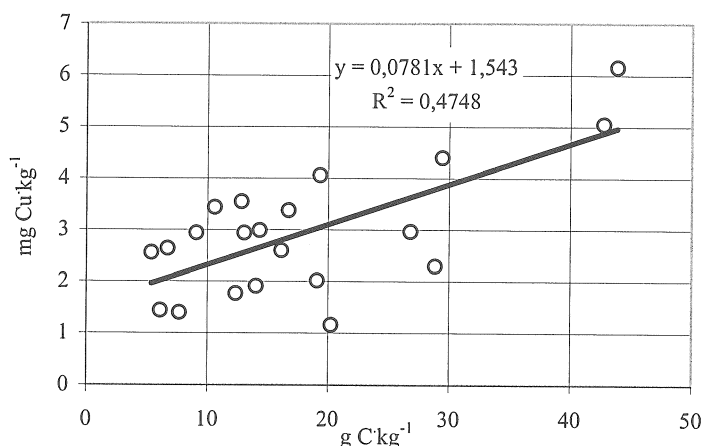
Dane opisujące zawartość węgla organicznego wskazują na duże zróżnicowanie analizowanej cechy, co potwierdza wysoka wartość współczynnika zmienności, który wynosił 61%. Zawartość C organicznego w badanych glebach mieściła się w zakresie 5,35-43,84 g C·kg<sup>-1</sup> suchej masy gleby (tab. 1).

Ogólna zawartość miedzi w glebach wahała się w zakresie 6,34-28,32 mg·kg<sup>-1</sup>, przy średniej zawartości 11,91 mg·kg<sup>-1</sup> suchej masy gleby (tab. 2). Oznaczony poziom miedzi odpowiadał naturalnej lub podwyższonej jej zawartości w glebie [9]. Miedź jest pierwiastkiem silnie wiązany przez substancję organiczną gleby [10]. Zawartości frakcji Cu-NH<sub>4</sub>EDTA, przedstawiającej ilości miedzi specyficznie wiązanej przez substancję organiczną, były zróżnicowane i zależały istotnie ( $R^2 = 0,47$ ;  $p < 0,05$ ) od ilości substancji organicznej w glebie (rys. 1) (po wyłączeniu próbek pobranych w miejscowości Dębica I i II - oddalonych o 25 m i Machowa - o 5 m od skraju jezdni). Średnio substancja organiczna gleby wiązała 3,32 mg Cu·kg<sup>-1</sup> suchej masy gleby (tab. 2). Frakcja ta stanowiła od 14,4 do 43,4% całkowitej ilości miedzi w badanych glebach, poza próbką pobraną w miejscowości Parkosz w odległości 25 m od jezdni (9,1%). Uzyskane wyniki potwierdzają zdolności wiązania miedzi przez grupy funkcyjne kwasów huminowych i fulwowych, co w sposób zasadniczy może zmienić ruchliwość tego pierwiastka w glebie, a co jest z tym związane jego fitoprzyswajalności. Jak twierdzą Bohn i in. [2] oraz Swift i McLaren [11] spośród podstawowych składników tworzących kompleks sorpcyjny gleby t.j. minerałów ilastych, tlenków i hydroksytlenków metali oraz substancji organicznej ta ostatnia ma największe znaczenie dla sorpcji miedzi. Według Grzebisza i in. [7] zmiany w ilości sorbowanej miedzi mogą zależeć od rodzaju substancji organicznej – resztek roślinnych wprowadzonych do gleby i zawartości w nich azotu. Chociaż mniejszą uwagę przywiązuje się do roli kationów konkurujących o miejsce wiązania, zwłaszcza NH<sub>4</sub><sup>+</sup> to ich pojawienie się w glebie podczas mineralizacji substancji organicznej – resztek roślinnych może zmniejszyć sorpcję miedzi w początkowym etapie tego procesu [7]. Stwierdzenie to jest istotne przy interpretacji uzyskanych wyników badań ze względu na lokalizację punktów poboru próbek na użytkach zielonych, gdzie może dochodzić do kumulacji substancji organicznej zwłaszcza w tzw. poziomie darniowym.

**Tabela 2.** Zawartość miedzi w badanych glebach  
**Table 2.** Copper content in the soils investigated

Nr próbki Sample No.	Odległość od jezdni Distance from the roadway (m)	(mg·kg <sup>-1</sup> ) suchej masy gleby Dry soil mass		% Cu-NH <sub>4</sub> EDTA w całkowitej zawartości in total concentration
		Cu-Ogólny Total Cu	Cu-NH <sub>4</sub> EDTA	
		Machowa 520,0 km*		
1	5	11,81	5,13	43,4
2	25	6,73	1,91	28,4
3	50	17,03	6,16	36,2
4	100	8,02	2,02	25,2
Łęki Dolne 523,7 km*				
5	5	13,49	4,06	30,1
6	25	14,12	5,05	35,8
7	50	8,18	2,30	28,1
8	100	9,51	2,97	31,3
Parkosz 531,9 km*				
9	5	11,18	3,38	30,3
10	25	28,32	2,56	9,1
11	50	8,74	1,44	16,5
12	100	8,23	1,40	17,1
Dębica I 539,0 km*				
13	5	6,34	1,16	18,3
14	25	15,00	6,08	40,6
15	50	10,28	2,99	29,1
16	100	10,24	3,44	33,6
Dębica II 539,6 km*				
17	5	11,51	4,40	38,2
18	25	21,33	6,72	14,4
19	50	12,42	3,55	28,7
20	100	10,97	2,94	26,8
Dębica III 543,0 km*				
21	5	12,15	2,64	21,7
22	25	9,69	2,60	26,9
23	50	6,48	1,77	27,5
24	100	13,64	2,94	21,6
Odchylenie standardowe Standard deviation		4,9	1,6	8,5
Wsp. zmienności (V%) Coefficient of variation		42	47	34

\* długość drogi road length, km.



Rys. 1. Zależność między zawartością węgla organicznego w glebie i adsorpcją miedzi  
Fig. 1. Relationship between soil organic carbon content and copper adsorption

Innym metalem ciężkim mogącym skażać środowisko glebowe jest cynk. Przeciętna ogólna zawartość cynku w badanych glebach wynosiła  $66,52 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy gleby, po wyłączeniu próbek pobranych ze stanowiska Łęki Dolne i Dębica II oddalonych o 25 m od jezdni oraz ze stanowiska Machowa oddalonego o 50 m od jezdni. W punktach tych zawartość ogólna cynku przekraczała zawartość  $100 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy gleby (tab. 3). Przyjmuje się, że gleby użytkowane rolniczo, nie narażone na zanieczyszczenie metalami ciężkimi zawierają zwykle do  $200 \text{ mg Zn}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy gleby [9]. Zawartość ogólna cynku w badanych glebach nie przekraczała przytoczonej wartości. Ilości cynku związane przez substancję organiczną ( $\text{Zn-NH}_4\text{EDTA}$ ) zawierały się w przedziale  $1,94\text{-}21,27 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy gleby (tab. 3). Frakcja  $\text{Zn-NH}_4\text{EDTA}$  w badanych glebach stanowiła średnio 7,7% zawartości ogólnej (tab. 3). Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy zawartością węgla organicznego a ilością cynku zmagazynowanego w tej frakcji. Mniejszą adsorpcję cynku przez substancję organiczną można tłumaczyć większym powinowactwem grup funkcyjnych kwasów humusowych do miedzi i ołowiu aniżeli cynku [9]. Również Mocek i Owczarzak [10] wskazują na mniejszą adsorpcję cynku przez kwasy próchniczne, co tłumaczą wysokim ich wysyceniem miedzią i ołowiem w warunkach ich dużej koncentracji. Zjawisko to może być jednym z elementów ograniczających wiązanie cynku przez substancję organiczną.

Tabela 3. Zawartość cynku w badanych glebach  
Table 3. Zinc content of the soils investigated

Nr próbki Sample No.	Odległość od jezdni Distance from the roadway (m)	(mg·kg <sup>-1</sup> ) suchej masy gleby dry soil mass		% Zn-NH <sub>4</sub> EDTA w całkowitej zawartości in total concentration
		Zn-Ogólny Total Zn	Zn-NH <sub>4</sub> EDTA	
Machowa 520,0 km*				
1	5	63,36	4,55	7,2
2	25	51,36	3,61	7,0
3	50	113,30	11,27	9,9
4	100	71,65	4,73	6,6
Łęki Dolne 523,7 km*				
5	5	87,58	8,57	9,8
6	25	120,69	9,21	7,6
7	50	93,18	13,61	14,6
8	100	98,95	8,70	8,8
Parkosz 531,9 km*				
9	5	61,93	6,94	11,2
10	25	60,53	4,98	8,2
11	50	53,24	2,80	5,3
12	100	48,90	2,54	5,2
Dębica I 539,0 km*				
13	5	50,98	2,41	4,7
14	25	92,45	13,10	14,2
15	50	74,36	5,37	7,2
16	100	51,15	5,16	10,1
Dębica II 539,6 km*				
17	5	52,96	4,23	8,0
18	25	134,16	21,27	9,6
19	50	71,65	2,71	3,8
20	100	68,78	3,42	5,0
Dębica III 543,0 km*				
21	5	72,07	2,67	3,7
22	25	67,61	6,27	9,3
23	50	57,39	1,94	3,4
24	100	43,86	2,13	4,9
Odchylenie standardowe Standard deviation		24,3	4,7	8,7
Wsp. zmienności (V%) Coefficient of variation		33	74	39

\* długość drogi road length, km.

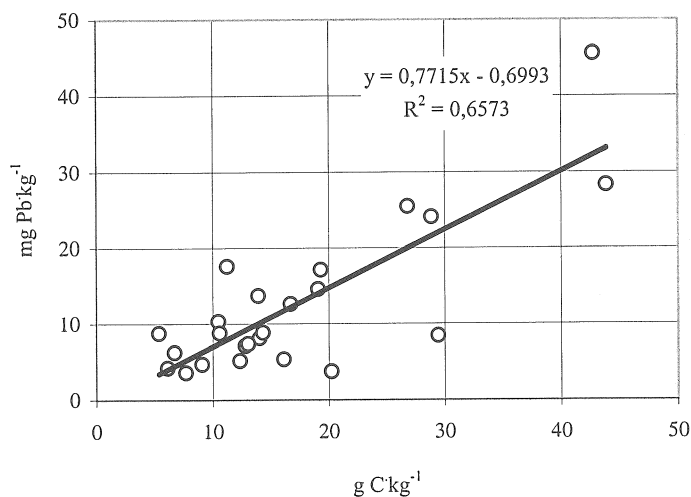
**Tabela 4.** Zawartość ołowiu w badanych glebach  
**Table 4.** Lead content of the soils investigated

Nr próbki Sample No.	Odległość od jezdni Distance from the roadway (m)	(mg·kg <sup>-1</sup> ) suchej masy gleby dry soil mass		% Pb-NH <sub>4</sub> EDTA w całkowitej zawartości in total concentration
		Pb-Ogólny Total Pb	Pb-NH <sub>4</sub> EDTA	
		Machowa 520,0 km*		
1	5	23,83	10,31	43,3
2	25	18,36	8,14	44,4
3	50	63,03	28,33	44,9
4	100	35,00	14,58	41,7
Łęki Dolne 523,7 km*				
5	5	38,18	17,13	44,9
6	25	85,40	45,56	53,4
7	50	50,05	24,11	48,2
8	100	52,25	25,50	48,8
Parkosz 531,9 km*				
9	5	28,55	12,62	44,2
10	25	22,46	8,76	39,0
11	50	13,89	4,21	30,3
12	100	12,88	3,61	28,1
Dębica I 539,0 km*				
13	5	12,04	3,74	31,1
14	25	23,82	13,70	57,5
15	50	19,11	8,85	46,3
16	100	16,83	8,78	52,2
Dębica II 539,6 km*				
17	5	18,93	8,42	44,5
18	25	33,04	17,60	53,3
19	50	20,71	7,13	34,4
20	100	20,69	7,39	35,7
Dębica III 543,0 km*				
21	5	18,98	6,25	32,9
22	25	17,26	5,35	31,0
23	50	15,64	5,16	33,0
24	100	16,39	4,71	28,8
Odchylenie standardowe Standard deviation		18,0	9,9	8,7
Wsp. zmienności (V%) Coefficient of variation		64	79	21

\* długość drogi road length, km.



Metalem ciężkim występującym w wyższych stężeniach w glebach sąsiadujących ze szlakami komunikacyjnymi jest ołów. Analizowane próbki glebowe charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością ogólnych form tego pierwiastka (tab. 4). Większość analizowanego materiału glebowego pod względem ogólnej zawartości ołowiu zaliczono do gleb o naturalnej jego zawartości [8]. Podwyższone zawartości ołowiu stwierdzono w próbkach pobranych z punktów Machowa oddalonych od jezdni o 50 i 100 m oraz Łęki Dolne w odległości 25, 50 i 100 m. Oznaczone ilości ołowiu związanego z substancją organiczną ( $\text{Pb-NH}_4\text{EDTA}$ ) zawierały się w przedziale od 3,61 do 45,56  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  suchej masy gleby. Frakcja ta stanowiła 28,1-57,5% całkowitej zawartości ołowiu w glebach i zależała istotnie ( $R^2 = 0,65$ ;  $p < 0,05$ ) od zawartości węgla organicznego w glebie (rys. 2). Jak wynika z literatury naukowej siła wiązania poszczególnych metali z substancją organiczną nie jest jednakowa. Mocek i Owczarzak [10] prowadząc badania nad wiązaniem ołowiu przez substancję organiczną stwierdzili, że był on wiązany w podobnych ilościach (38-57% całkowitej zawartości), jakie stwierdzili autorzy niniejszej pracy. Na ogół przyjmuje się, że w glebach o lżejszym składzie granulometrycznym zachodzi mniejsza kumulacja metali ciężkich niż w utworach zwięźlejszych. Wynika to między innymi z mniejszej ilości substancji organicznej. Badania przeprowadzone przez Webera [12] potwierdziły, że istotną rolę w kształtowaniu procesów wiązania, uruchamiania i migracji ołowiu odgrywają związki próchniczne, za wyjątkiem substancji murszowych.



Rys. 2. Zależność między zawartością węgla organicznego w glebie i adsorpcją ołowiu  
Fig. 2. Relationship between soil organic carbon content and lead adsorption

**Tabela 5.** Zawartość niklu w badanych glebach  
**Table 5.** Nickel content of the soils investigated

Nr próbki Sample No	Odległość od jezdni Distance from the roadway (m)	(mg·kg <sup>-1</sup> ) suchej masy gleby Dry soil mass		% Ni-NH <sub>4</sub> EDTA w całkowitej zawartości in total concentration
		Ni-Ogólny Total Ni	Ni-NH <sub>4</sub> EDTA	
		Machowa 520,0 km*		
1	5	10,37	1,14	11,0
2	25	3,65	0,20	5,6
3	50	14,71	1,92	13,1
4	100	8,41	0,73	8,7
Łęki Dolne 523,7 km*				
5	5	14,55	1,17	8,1
6	25	8,33	1,61	19,3
7	50	6,51	0,33	5,2
8	100	9,42	1,08	11,5
Parkosz 531,9 km*				
9	5	10,30	0,84	8,2
10	25	6,50	0,69	10,6
11	50	5,79	0,20	3,5
12	100	4,82	0,31	6,6
Dębica I 539,0 km*				
13	5	3,93	0,24	6,2
14	25	9,80	1,42	14,5
15	50	7,26	1,68	23,2
16	100	7,27	2,09	28,9
Dębica II 539,6 km*				
17	5	8,45	2,09	24,8
18	25	15,08	2,50	17,5
19	50	9,25	0,31	3,4
20	100	9,22	0,74	8,1
Dębica III 543,0 km*				
21	5	8,01	0,41	5,1
22	25	7,94	0,80	10,1
23	50	3,95	0,26	6,6
24	100	4,15	0,09	2,2
Odchylenie standardowe Standard deviation		3,2	0,7	7,1
Wsp. zmienności (V%) Coefficient of variation		40	75	65

\* długość drogi road length, km.

Ogólna zawartość niklu w ponad 90% badanych gleb należała do zawartości naturalnych (tab. 5). Wahała się ona od 3,65 do 14,55 mg Ni·kg<sup>-1</sup> suchej masy gleby. Zawartość frakcji Ni-NH<sub>4</sub>EDTA, przedstawiająca ilości niklu specyficznie wiązane przez substancję organiczną, wynosiła średnio 0,95 mg Ni·kg<sup>-1</sup> suchej masy gleby. Frakcja ta stanowiła od 2,2 do 28,9% całkowitej zawartości niklu w badanych glebach, przy czym w połowie badanych gleb ilości niklu wiązane przez substancję organiczną nie przekraczały 10%. Nie stwierdzono istotnej zależności pomiędzy zawartością węgla organicznego gleby a ilością niklu zgromadzonego we frakcji organicznej. Jak podaje Dudka i in. [4] w nie zanieczyszczonych glebach lekkich większość niklu (około 65%) jest silnie związana z siecią krystaliczną minerałów pierwotnych i wtórnych. Na ilość niklu związaną z substancją organiczną przypada około 10% ogólnej zawartości tego pierwiastka, co potwierdzono w niniejszych badaniach.

#### WNIOSKI

1. Na podstawie całkowitej zawartości badanych metali ciężkich (Cu, Zn, Pb, Ni) analizowane gleby zaliczono do grupy gleb o naturalnej bądź podwyższonej ich zawartości.

2. Nie stwierdzono wyraźnego zróżnicowania w zawartości metali ciężkich w glebach pobranych w różnych odległościach od jezdni, a występujące wzbogacenie warstwy darniowej badanych gleb w metale ciężkie prawdopodobnie miało charakter punktowy i nie było związane z oddziaływaniem zanieczyszczeń komunikacyjnych.

3. Ilości miedzi i ołowiu zgromadzone we frakcji związanej z substancją organiczną były istotnie skorelowane z zawartością węgla organicznego, natomiast cynk i nikiel były słabiej wiązane przez substancję organiczną badanych gleb.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Barrow N. J., Bowden J. W., Posner A. M., Quirk J. P.:** Describing the adsorption of copper, zinc and lead on a variable charge mineral surface. *Austr. J. Soil Res.*, 19, 309-321, 1981.
2. **Bohn H., McNeal B., O'Connor G.:** *Soil Chemistry*. J. Wiley & Sons, New York, 135-152, 1986.
3. **Cavallaro N., McBride M. B.:** Copper and cadmium adsorption characteristics of selected acid and calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 42, 4, 550-556, 1978.
4. **Dudka S., Piotrowska M., Chłopecka A.:** Formy chromu i niklu w glebach. *Zesz. Nauk. PAN, ser. „Człowiek i środowisko”*, 15-22, 1993.
5. **Dziadowiec H.:** Ekologiczna rola próchnicy glebowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 411, 269-283, 1993.

6. **Gerritse R. G., Van Driel W.:** The relationship between adsorption of trace metals, organic matter and pH in temperate soils. *J. Environ. Qual.*, 13, 197-204, 1984.
7. **Grzebisz W., Kocialkowski W. Z., Diatta J. B.:** Sorpcja miedzi w glebie inkubowanej z resztkami roślinnymi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 411, 305-310, 1993.
8. **Kabata-Pendias A., Motowiecka-Terelak T., Piotrowska M., Terelak H., Witek T.:** Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi i siarką. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. Wyd. IUNG Puławy, Seria P(53), 20, 1993.
9. **Kabata-Pendias A., Pendias H.:** Biogeochemia pierwiastków śladowych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 1993.
10. **Mocek A., Owczarzak W.:** Wiązanie Cu, Pb, Zn przez próchnicę w glebach zanieczyszczonych emisjami hut miedzi. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 411, 293-298, 1993.
11. **Swift R., McLaren R.:** Micronutrient adsorption by soils and soil colloids. [In]: Interactions at the soil colloid-soil solution interface. Eds. Bolt G. Kluwer Ac. Publishers, 257-292, 1991.
12. **Weber J.:** Wpływ związków próchnicznych na kumulowanie i migrację w glebie niektórych metali ciężkich emitowanych przez przemysł. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 411, 283-292, 1993.
13. **Zeien H., Brümmer G. W.:** Chemische Extraktionen zur Bestimmung von Schwermetallbindungsformen in Böden. *Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.*, 59/1, 505-510, 1989.

## HEAVY METAL BONDING BY THE SOIL HUMUS IN THE SOILS LIABLE TO TRAFFIC POLLUTION

*Krzysztof Gonddek, Barbara Filipek-Mazur*

Department of Agricultural Chemistry, University of Agriculture  
Al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków  
e-mail: rrgondek@cyf-kr.edu.pl

**Abstract.** Soil humus contains a number of carboxyl and phenol groups which can form complexes of humus metal compounds with heavy metal cations called chelates. Chelate durability depends on the soil reaction and kind of metal ions. The formation of metal-organic complexes in the soil is very important as it prevents toxic heavy metals leaching from the soil due to at least partial detoxication of these substances. Previous research on the above issue was mostly focussed on the soils to which metal was supplied as a solution or readily soluble compounds. However, soils liable to pollution because of their location, pose a different problem. The present work aimed at the determination of the role of soil humus in the heavy metal bonding in the soils liable to traffic pollution. With regard to total heavy metal concentration levels, the soils analysed belonged to a group with a natural or elevated metal content. Organic substance is one of the main soil components binding copper and lead. The amount of these metals accumulated in the fraction bound to organic matter was significantly correlated with organic carbon content. Zinc and nickel are weaker by the organic substance of the soils studied.

**Key words:** soil, heavy metals, humus, communication track