Acta Agrophysica, 2001, 56, 137-144

ZAWARTOŚĆ Pb, Zn i Cu W GLEBACH PRZY DROGACH O RÓŻNYM NATĘŻENIU RUCHU W OKOLICACH ŁODZI

S. Laskowski, W. Tołoczko, M. Rólka

Zakład Gleboznawstwa i Geoekologii Uniwersytetu Łódzkiego
ul. Lipowa 81, 90–568 Łódź
e-mail:glebozn@krysia.uni.lodz.pl

Streszczenie. Badania prowadzono w latach 1998–99 na glebach z pobliża Łodzi, przy drogach o różnym natężeniu ruchu: 3000–17000 samochodów/dobę. Wyznaczono pięć transektów prostopadłych do drogi. Na transektach I, III, IV i V pobrano próbki glebowe z poziomu ornopróchnicznego (0–20 cm) w odległości 10, 20, 50, 100, 150 m od krawędzi jezdni a w lesie mieszanym – na transekcie II – z poziomu próchnicznego (0–7 cm) w odległości 10, 20, 50 m od drogi. W próbkach tych oznaczono spektrograficznie ogólną zawartość Pb, Zn i Cu oraz podstawowe właściwości gleb. W większości przypadków zawartość wymienionych metali w glebach malała w miarę oddalania się od jezdni. Zaznaczyła się dość wyraźna zależność między stężeniem oznaczanych metali a zawartością węgla organicznego i części spławialnych (<0,02 mm) w glebie. Nie stwierdzono natomiast wyraźnej zależności między natężeniem ruchu pojazdów a zawartością Pb, Cu i Zn w badanych glebach.

Słowa kluczowe: gleby, metale ciężkie, natężenie ruchu drogowego.

WSTĘP

Obecność metali ciężkich w środowisku przyrodniczym była i nadal pozostaje przedmiotem żywego zainteresowania ekologów, chemików rolnych i gleboznawców. Wyrazem tego są liczne publikacje prezentujące wyniki badań przeprowadzonych w różnych regionach Polski [1-7, 9].

Wprawdzie badania Terelaka i in. [8] przyniosły pewne uspokojenie, co do niebezpieczeństwa skażenia gleb użytkowanych rolniczo tymi metalami, dzięki stwierdzeniu, że ich zawartość w glebach Polski nie przekracza na ogół dopusz-

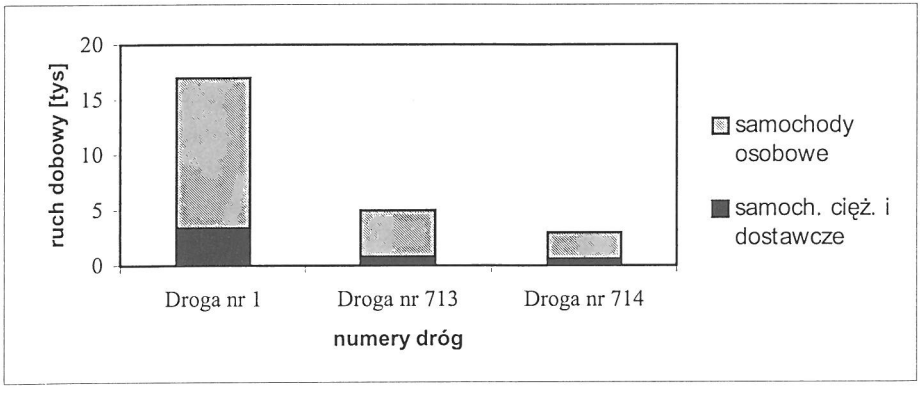
czalnych stężeń, to jednak nasilający się z roku na rok transport samochodowy w przekonaniu wielu badaczy ciągle stanowi duże zagrożenie dla środowiska glebowego. Mając na względzie fakt, że w regionie łódzkim badań takich przy szlakach komunikacyjnych na obszarach podmiejskich nie prowadzono, podjęliśmy je w 1998 roku.

Celem było określenie ogólnej zawartości Pb, Zn i Cu w glebach przy drogach o różnym natężeniu ruchu oraz ocena zagrożenia gleb okolic Łodzi metalami ciężkimi.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w latach 1998–99 na glebach występujących w pobliżu Łodzi na pięciu stanowiskach, cztery na gruntach ornych (I, III, IV, V) i jedno w lesie (II):

- stanowiska I, II i III – przy drodze nr 1, Łódź–Katowice, o średnim dobowym natężeniu ruchu pojazdów samochodowych ok. 17 tys./dobę,
- stanowisko IV – przy drodze nr 713, Łódź–Tomaszów Maz., ok. 5 tys./dobę,
- stanowisko V – przy drodze nr 714, Rzgów–Kurowice, ok. 3 tys./dobę.



Rys. 1. Średnie dobowe natężenie ruchu pojazdów samochodowych na drogach w pobliżu stanowisk badawczych.

Fig. 1. Medium 24–hours intensity of traffic in the roads near the research position.

W pierwszym roku wyznaczono stanowiska badawcze i na każdym szczeółowo przeanalizowano całe profile glebowe w odległości około 100 m od drogi, z których pobrano próbki glebowe. Gleby objęte badaniami zaliczono do następujących typów:

- gleba brunatna kwaśna – stanowisko I,
- gleba płowa – stanowisko II i V,
- gleba rdzawa – stanowisko IV,
- gleba opadowo glejowa – stanowisko III.

Profile tych gleb są przeważnie niecałkowite o wyraźnie luźniejszym (piaszczystym) składzie granulometrycznym poziomów wierzchnich.

W 1999 roku na każdym stanowisku wytyczono transekt prostopadle do drogi. Na czterech stanowiskach nr I, III, IV i V wyznaczono pięć punktów pobrania próbek z poziomu orno–próchnicznego (0–20 cm) w odległości 10, 20, 50, 100 i 50 m od krawędzi jezdni. Na stanowisku nr II (las mieszany) pobrano trzy próbki gleby z głębokości 0–7 cm (poziom próchniczny) i trzy próbki ściółki w dległości 10, 20 i 50 m od krawędzi drogi. We wszystkich 23 punktach, próbki pobierane były w dwóch powtórzeniach.

W próbkach glebowych oznaczono spektrograficznie wymienione w tytule metale oraz skład granulometryczny metodą Casagrande'a w modyfikacji Prószyńskiego, C organiczny metodą Tiurina, pH potencjometrycznie w 1M KCl, kwasowość hydrolityczną i sumę kationów zasadowych metodą Kappena. Pojemność sorpcyjną i stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego gleb wyliczono ze wzorów stosowanych w gleboznawstwie.

WYNIKI I DYSKUSJA

Skład granulometryczny analizowanych poziomów wierzchnich stanowią w przewadze piaski słabo gliniaste i piaski luźne, a tylko sporadycznie piaski gliniaste i gliny lekkie (stanowisko I i V). Pod względem próchniczności wyróżniają się próbki pobrane z gleby leśnej, w których zawartość C organicznego waha się od 3,68% do 4,04%. Próbki z pozostałych stanowisk zawierają od 0,50% do 1,60% C org. W znacznej liczbie próbek glebowych zawartość C org. jest niższa od 1,00% co wiąże się z ich składem granulometrycznym.

Odczyn gleb ornych mieści się w granicach pH 4,4–6,4 a gleby leśnej od pH 5,1 do pH 6,1. Wahania pH obserwuje się nie tylko między stanowiskami badawczymi, ale także w obrębie poszczególnych transektów. Największe różnice, o 2 jednostki pH, wystąpiły w transekcie ze stanowiska nr II. Na podkreślenie zasługuje fakt, że próbki glebowe pobrane w najbliższej odległości (10 m) od jezdni mają najwyższe pH (Tab.1). Prawdopodobnie wpływa na to sól stosowana w porze zimowej do likwidacji gołoledzi na drogach. Próbki te wykazują jednocześnie najwyższą zawartość kationów zasadowych, dużą pojem-

ność sorpcyjną i wysoki stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego zasadami. Stosunkowo wysoka, jak na gleby piaszczyste, suma kationów zasadowych i duża pojemność sorpcyjna próbek glebowych ze stanowiska II (las mieszany), wynika z ich wysokiej próchniczności.

Najwyższą zawartość Pb (45,2 mg kg^{-1}) stwierdzono w lesie na stanowisku nr II w odległości 10 m od jezdni, natomiast najniższą (21,7 mg kg^{-1}) – na stanowisku nr I, w odległości 150 m od jezdni (Tab.1). Na stanowisku nr I, różnica w zawartości Pb między odległością 10 i 20 m wynosi zaledwie 2 mg kg^{-1}, a między 20 i 150 m tylko 6 mg kg^{-1}. Na stanowisku nr V różnica między poszczególnymi punktami poboru próbek nie jest większa od 2 mg kg^{-1}, a więc także stosunkowo niewielka (Tab.1). Największa koncentracja ołowiu w glebie leśnej, w odległości 10 m od jezdni, przekraczająca o około 50% zawartość tego pierwiastka w analogicznej odległości od drogi na stanowiskach reprezentujących grunty orne, potwierdza pogląd Curzydły [2], że lasy spełniają rolę ochronnych filtrów zatrzymujących i wchłaniających zanieczyszczenia.

Zawartość całkowitych form Zn układa się w transektach podobnie do zawartości ołowiu, ale na wyższym poziomie koncentracji (np.: stanowisko nr II: 31,5–45,2 mg kg^{-1} Pb i 30,7–60,2 mg kg^{-1} Zn; stanowisko nr IV: 25,7–37,5 mg kg^{-1} Pb i 33,0–52,0 mg kg^{-1} Zn). W przypadku tego metalu obserwuje się także różnice w jego zawartości w miarę oddalania się od jezdni przy czym największe (ok. 30 mg kg^{-1}) wystąpiły na stanowisku II w glebie leśnej (Tab.1).

Zawartość Cu jest bardzo niska i tylko w najbliższej odległości od jezdni nieznacznie wzrasta. Najwyraźniej zaznaczone to jest na stanowisku III (9,5 mg kg^{-1} Cu w odległości 10 m od krawędzi jezdni). Całkowita zawartość miedzi nie przekracza dopuszczalnych stężeń i mieści się w granicach naturalnego występowania tego metalu w glebie.

W niektórych przypadkach (stanowiska III i V) stwierdzono występowanie wyższych stężeń ołowiu, cynku i miedzi w glebach położonych najdalej (150 m) od drogi, w stosunku do gleb znajdujących się bliżej jezdni (100 m). Ta różnorodność, raz wyższa, a raz niższa w występowaniu całkowitych form badanych metali w glebach, może być związana z zawartością węgla organicznego (Tab.1).

Tabela 1. Wybrane właściwości poziomów powierzchniowych badanych gleb
Table 1. Some properties of surface horizons of investigated soils

Stanowisko	Odległość [m]	% frakcji [mm] 1,0-0,1	0,1-0,02	<0,02	Grupa granulometryczna	Cu	Zn	Pb	C org. [%]	pH KCl	Hh	S	T	V [%]
						mg kg^{-1} s.m.					cmol(+) kg^{-1}			
I	10	79	17	4	pl	5,0	31,0	29,7	0,79	6,4	1,0	7,4	8,4	88,4
	20	63	23	14	pgl	4,7	32,0	27,7	0,67	5,0	2,7	0,4	3,1	12,9
	50	72	18	10	ps	3,5	25,2	22,0	0,66	5,6	1,9	1,4	3,3	42,8
	100	72	18	10	ps	3,2	27,5	22,7	0,49	4,4	3,2	0,4	3,6	11,0
	150	75	17	7	ps	3,5	27,2	21,7	0,77	4,9	3,4	0,4	3,8	10,6
II	10	80	15	5	pl	8,7	60,2	45,2	4,04	6,1	2,4	25,0	27,4	91,1
	20	80	15	5	pl	7,5	48,0	34,5	4,04	5,1	6,6	12,0	18,6	64,5
	50	82	16	2	pl	4,5	30,7	31,5	3,68	5,2	7,1	13,2	20,3	64,2
III	10	74	18	8	ps	9,5	42,5	38,5	1,15	6,2	0,9	32,8	33,7	97,3
	20	77	16	7	ps	3,7	24,2	24,2	0,75	4,9	2,7	0,6	3,3	18,2
	50	80	15	5	pl	3,7	22,2	23,5	0,70	5,1	2,5	0,2	2,7	7,4
	100	84	11	5	pl	3,0	14,5	23,7	0,53	5,3	2,1	1,0	3,1	32,3
	150	71	19	10	ps	4,2	34,0	29,2	1,03	4,7	3,7	2,6	6,3	41,2
IV	10	79	14	5	pl	6,0	52,0	37,5	1,60	5,3	3,6	3,2	6,8	47,0
	20	74	19	7	ps	4,0	41,5	28,0	1,44	5,7	2,6	4,2	6,8	62,2
	50	80	4	6	ps	2,7	39,0	26,0	1,31	5,2	3,6	1,2	4,8	25,0
	100	71	22	7	ps	3,0	37,0	27,2	1,45	4,9	4,9	1,4	6,3	22,3
	150	75	21	4	pl	2,7	33,0	25,7	1,04	4,8	3,8	0,4	4,2	9,6
V	10	60	25	15	pgl	7,0	48,0	31,5	1,28	5,8	1,6	11,0	12,6	87,5
	20	58	24	18	pgm	4,5	34,2	29,5	0,78	5,8	2,3	3,0	5,3	57,1
	50	58	20	22	gl	3,5	35,2	27,7	0,90	5,0	4,2	1,6	5,8	27,6
	100	58	21	19	pgm	4,0	33,2	26,2	1,15	5,9	2,2	3,6	5,8	62,3
	150	[illegible]	24	21	gl	5,5	44,5	28,2	1,44	5,5	4,0	3,4	7,4	46,0

Świadczy o tym m.in. fakt, że gleby położone przy drogach o stosunkowo małym natężeniu ruchu (stanowiska IV i V), ale o wyższej zawartości węgla organicznego, wykazują podobne ilości metali ciężkich, jak gleby z pobliża dróg o czterokrotnie większym natężeniu ruchu (stanowiska I i III), ale o niższej próchniczności. W lesie na stanowisku II, w próbkach gleby gdzie ilość C org. jest najwyższa i waha się od 3,68 do 4,04 %, zawartość metali ciężkich jest także najwyższa – Pb: 31–45 mg kg^{-1}, Zn: 31–60 mg kg^{-1}, Cu: 4,5–8,7 mg kg^{-1}.

Bardzo istotnym czynnikiem, obok węgla organicznego, wpływającym na koncentrację metali ciężkich w badanych glebach jest frakcja ilasta (<0,02 mm).

W większości przypadków zawartość metali ciężkich w badanych glebach maleje wraz ze wzrostem odległości od jezdni.

Wbrew oczekiwaniom nie stwierdzono jednak wyraźnej zależności między natężeniem ruchu pojazdów, a zwartością ołowiu, cynku i miedzi w badanych próbkach gleb. Przyczyną takiego stanu rzeczy może być m.in. radykalne obniżanie zawartości ołowiu w benzynach, a także wzrost udziału alternatywnych dla benzyny paliw, takich jak olej napędowy a w szczególności gaz propan–butan. Sądzić również należy, że różnica w natężeniu ruchu pojazdów, między drogą nr 713 a 714 jest zbyt mała, ażeby znalazło to odzwierciedlenie w kumulacji metali ciężkich w glebach w pobliżu tych dróg. W przypadku drogi nr 1, o wyraźnie większym natężeniu ruchu aniżeli na drogach 713 i 714, przy jednocześnie niewielkim wzroście zawartości tych metali w glebach, można taki stan upatrywać w stosunkowo krótkim okresie trwania zwiększonego natężenia ruchu na tej drodze (od drugiej połowy lat 90-tych). Dla jednoznacznego potwierdzenia, że gleby najbliższych okolic Łodzi w pełni nadają się do produkcji rolniczej, należy również przeprowadzić chemiczne badania roślin uprawianych na tych glebach.

Tabela 2. Zawartość metali ciężkich w ściółce leśnej na stanowisku nr II.
Table 2. Contents of heavy metals in the duff in the position No II.

Odległość [m]	Pb	Zn Mg kg^{-1}	Cu
10	33,6	130	13,9
20	23,2	126	10,5
50	16,0	136	11,5

Zawartość Pb, Zn i Cu w pobranej ściółce leśnej przedstawiono w Tab. 2. Przytoczone wartości liczbowe jedynie w odniesieniu do cynku potwierdzają pogląd Curzydły [2], że zawartość toksycznych składników spalin w lasach przydrożnych, osiąga maksymalną zawartości w odległości ok. 50 m od drogi.

WNIOSKI

1. Najwyższą koncentrację Pb, Zn i Cu stwierdzono w glebach położonych w odległości 10 metrów od jezdni.
2. Zaobserwowano, że zawartość ołowiu, cynku i miedzi w badanych glebach związana jest z zawartością węgla organicznego i frakcji ilastych.
3. Nie stwierdzono wyraźnej zależności między natężeniem ruchu pojazdów a zawartością metali ciężkich w badanych glebach.
4. Zawartość ołowiu, cynku i miedzi w ściółce leśnej jest lekko podwyższona ale nie przekracza wartości krytycznych.
5. Nie stwierdzono zanieczyszczenia gleb badanymi metalami ciężkimi.

PIŚMIENNICTWO

1. **Curzydło J.:** Skażenie roślin ołowiem spalin samochodowych przy drogach regionu krakowskiego. Acta Agr. Silv., ser. Agr., 18, 2, 229-239, 1979.
2. **Curzydło J.:** Ołów i cynk w roślinach i glebach w sąsiedztwie drogowych szlaków komunikacyjnych. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Rozprawy habilitacyjne 127, 1988.
3. **Curzydło J.:** Skażenia motoryzacyjne wzdłuż dróg i autostrad oraz sposoby przeciwdziałania ujemnym skutkom motoryzacji w środowisku. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418, 1, 265-270, 1995.
4. **Czarnowska K.:** Akumulacja niektórych metali ciężkich w glebach uprawnych i w liściach selera w pobliżu dróg wylotowych z Warszawy. Rocz. Glebozn., 45, 3/4, 65–75, 1994.
5. **Klimowicz Z., Melke J.:** Zawartość metali ciężkich w glebach w sąsiedztwie szlaków komunikacyjnych na przykładzie wybranych tras. Rocz. Glebozn., 51, 3/4, 37–46, 2000.
6. **Maciejewska A., Skłodowski P.:** Wpływ emisji spalin samochodowych na skażenie gleb związkami ołowiu, cynku i kadmu przy trasie Warszawa–Katowice. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 418, 1, 271–280, 1995.
7. **Roszyk E., Roszykowa S.:** Ołów w glebach i roślinach w pobliżu dróg na terenie Wrocławia. Rocz. Glebozn., 26, 1, 177–185, 1975.
8. **Terelak H. i in.:** Zawartość metali ciężkich i siarki w glebach użytków rolnych Polski oraz ich zanieczyszczenie tymi składnikami. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418, 1, 45-60, 1995.
9. **Turski R. i in.:** Przestrzenne rozmieszczenie metali ciężkich w glebach jako wskaźnik zanieczyszczenia miasta Lublina. Annales UMCS, E, 47, 1992.

THE CONTENT Pb, Zn AND Cu IN SOILS AT THE ROADS WITH DIFFERENT INTENSITY OF VEHICULAR TRAFFIC IN THE NEIGHBOURHOOD OF LODZ

S. Laskowski, W. Tołoczko, M. Rólka

Department of Soil Science and Geoecology, University of Łódź
Lipowa 81, 90–568 Łódź
e-mail:glebozn@krysia.uni.lodz.pl

S u m m a r y . The research was conducted on the soil in the neighbourhood of Łódź at the roads of different intensity of traffic: 3000–17000 cars/24h in years 1998–99. There was taken some samples of soil from the humus layer (0–20 cm) on the square line at the distance of 10, 20, 50, 100, 150 m and some samples from the humus layer (0–7 cm) of the forest at the distance of 10, 20, 50 m from the edge of the road. The basic properties of the soil and the whole contents of Pb, Zn and Cu (spectrographic way) were determined in these samples. In the major cases the contents of the above–mentioned metals in the soil got lower as it was farther from the road. There was a distinct dependence between concentration of determined metals and the contents of organic carbon and parts of silt fractions (<0,02 mm) in the soil. There was not, however, plain dependence between intensity of traffic and the contents of Pb, Zn and Cu.

K e y w o r d s : soils, heavy metals, different intensity of vehicular traffic.