

Andrzej PLAK¹, Piotr BARTMIŃSKI¹ i Ryszard DĘBICKI¹

WPŁYW TRANSPORTU PUBLICZNEGO NA ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH METALI CIĘŻKICH W GLEBACH SĄSIADUJĄCYCH Z ULICAMI LUBLINA

INFLUENCE OF PUBLIC TRANSPORT ON THE CONTENT OF CHOSEN HEAVY METALS IN SOILS NEIGHBOURING LUBLIN STREETS

Abstrakt: Podjęto próbę oceny stopnia zanieczyszczenia metalami ciężkimi Cu, Cd, Pb, Zn wybranych ciągów komunikacyjnych Lublina oraz wpływu trakcji trolejbusowej (zbudowanej z nieizolowanych drutów miedzianych) i poruszających się po niej pojazdów na zawartość form ogólnych i dostępnych miedzi. Zaplanowane badania porównawcze umożliwił fakt otwarcia nowych szlaków trolejbusowych w Lublinie, co zostało uwzględnione przy wyborze punktów badawczych. Zawartość ogólna miedzi w analizowanych glebach wahała się od 9,6 do 208,6 mg/kg, ołowiu od 11,3 do 167 mg/kg, kadmu od 0,02 do 4,9 mg/kg, a cynku od 22,9 do 300,6 mg/kg. Udział form dostępnych dla roślin w puli ogólnej metali ciężkich stanowił dla miedzi od 6,7 do 35,3%, ołowiu od 7,4 do 36,2%, kadmu od 3,3 do 90,1%, a dla cynku 1,7 do 10,7%. Stanowiska zlokalizowane przy trasach z nowymi liniami trolejbusowymi charakteryzowały się mniejszą zawartością ogólną tego pierwiastka w porównaniu do szlaków komunikacyjnych charakteryzujących się kilkudziesięcioletnim użytkowaniem. Całkowite stężenia Cu, Cd, Pb, Zn nie przekroczyły zawartości granicznych metali ciężkich dla gruntów zaliczanych do grupy C, zamieszczonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU 02.165.1359 z dn. 04.10.2002 r.).

Słowa kluczowe: metale ciężkie, zanieczyszczenie gleby, transport publiczny

Wzrost mobilności ludności w ostatnich dziesięcioleciach skutkuje większą presją motoryzacji na środowisko przyrodnicze. Transport samochodowy stanowi ważne źródło zanieczyszczenia metalami ciężkimi gleb sąsiadujących ze szlakami komunikacyjnymi. Pochodzą one m.in. z emisji gazów z silników spalinywych, a także ścierania opon, okładzin tarcz hamulcowych, dodatków metali ciężkich do olejów jako środków uszlachetniających itp. Jest to szczególnie ważne w obrębie miast, gdzie ruch nie jest płynny i charakteryzuje się dużym natężeniem, ponadto występuje duże zapylenie i zaburzony jest także transport powietrza. Do najważniejszych zanieczyszczeń związanych z ruchem samochodowym należy ołów - składnik powszechnie używanej do niedawna benzyny etylizowanej. Zanieczyszczenia motoryzacyjne są groźniejsze niż przemysłowe, ponieważ rozprzestrzeniają się w stosunkowo dużych stężeniach, na niewielkich wysokościach, w bezpośredniej strefie oddychania ludzi, zwierząt i roślin [1, 2].

Zawartość metali ciężkich (zwłaszcza takich pierwiastków, jak ołów, miedź, cynk czy kadm) w glebach można traktować jako wskaźnik uciążliwości dróg dla środowiska [3, 4]. Dodatkowo w obrębie Lublina istnieje gęsta sieć trakcji trolejbusowej zbudowanej z nieizolowanych drutów miedzianych. W ostatnich latach została ona rozbudowana i swoim obszarem objęła nowe dzielnice Lublina. Trolejbusy nie wymagają budowy specjalnych torowisk, gdyż poruszają się płynnie wśród innych pojazdów, jednak podczas jazdy następuje ścieranie powierzchniowej warstwy trakcji elektrycznej.

¹ Zakład Gleboznawstwa, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, ul. Akademicka 19, 20-033 Lublin, email: aplak@biotop.umcs.lublin.pl

Celem pracy była ocena stopnia zanieczyszczenia metalami ciężkimi Cu, Cd, Pb i Zn wybranych ciągów komunikacyjnych Lublina oraz wpływu trakcji trolejbusowej (zbudowanej z niez izolowanych drutów miedzianych) i poruszających się po niej pojazdów na zawartość form ogólnych i dostępnych miedzi. Okazją do przeprowadzenia tego projektu badawczego było otwarcie nowych szlaków trolejbusowych w Lublinie, co zostało uwzględnione przy wyborze punktów badawczych. Jednocześnie dało to możliwość przeprowadzenia badań porównawczych gleb sąsiadujących z trakcjami trolejbusowymi o kilkudziesięcioletniej historii i zupełnie nowymi liniami trolejbusowymi oraz wybranymi trasami komunikacyjnymi, gdzie nie ma trakcji trolejbusowej.

Materiał i metody

Do badań wytypowano 18 stanowisk, zróżnicowanych zgodnie z założonymi celami badawczymi. W każdym z miejsc pobrano 2 reprezentatywne powierzchniowe próbki glebowe (20-30 cm od krawędzi jezdni i w odległości 2 m). Oznaczono: pH w 1 M KCl potencjometrycznie, węgiel organiczny metodą Tiurina, sumę kationów wymiennych o charakterze zasadowym po zsumowaniu zawartości Ca, Mg, K i Na ekstrahowanych z gleby 1 M octanem amonu, a oznaczonych techniką AAS, kwasowość hydrolityczną metodą Kapena. Formy Pb, Cu, Cd i Zn dostępne dla roślin ekstrahowano metodą Lindsey i Norvell, mineralizację próbek w celu uzyskania zawartości ogólnej metali ciężkich przeprowadzono wodą królewską, a oznaczono techniką AAS [5, 6].

Omówienie i analiza wyników badań

Analiza chemiczna gleb (tab. 1) wykazała odczyn obojętny do zasadowego i jednocześnie mało zróżnicowany w zakresie od 6,74 do 7,38. Kwasowość hydrolityczna Hh przyjmowała małe wartości (od 0,45 do 1,13 cmol(+)/kg). Gleby charakteryzowały się również dobrymi właściwościami buforującymi. Pojemność sorpcyjna T wykazuje duże zróżnicowanie i przyjmuje wartości od 12,33 do 102,57 cmol(+)/kg. Kompleks sorpcyjny charakteryzuje się niemal pełnym wysyceniem kationami zasadowymi z dominującym udziałem kationów wapnia (tab. 1). Taka charakterystyka sumy kationów zasadowych z wyraźniej zaznaczonym udziałem sodu, oprócz wapnia, świadczy o wpływie chemicznych środków służących do odśnieżania dróg.

Tabela 1

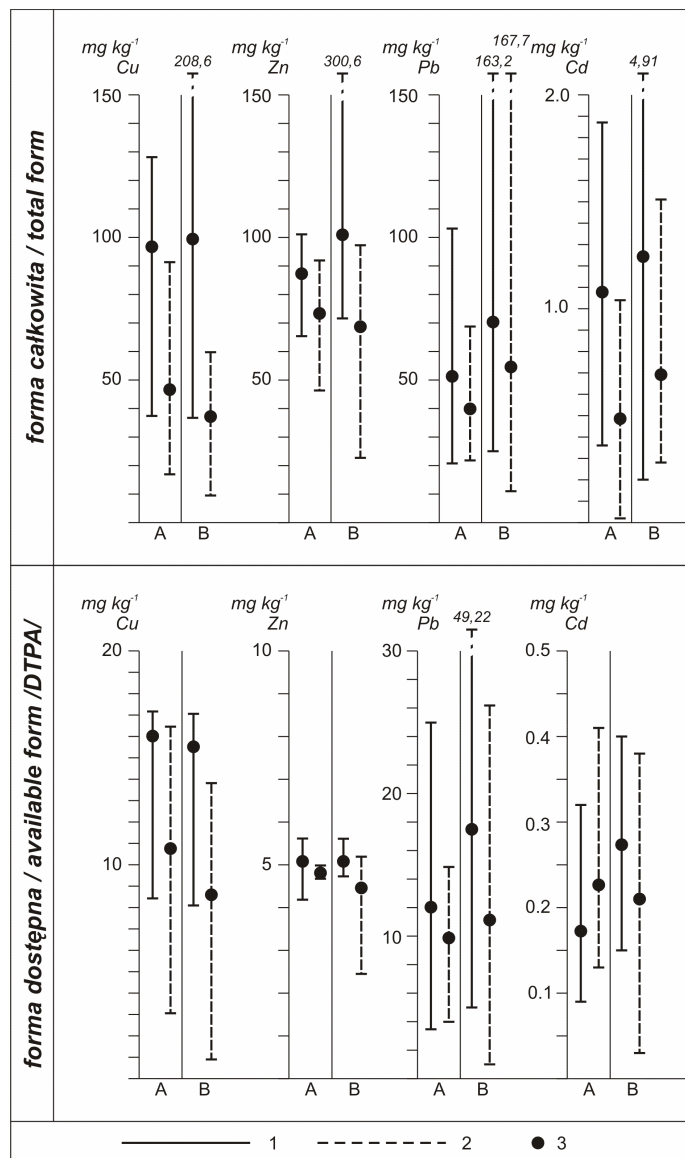
Wybrane właściwości gleb

Table 1

Selected characteristics of analyzed soils

Dane statystyczne Statistical data	pH 1 M KCl	C _{org} [%]	Hh [cmol(+)/kg ⁻¹]	S [cmol(+)/kg ⁻¹]	T [cmol(+)/kg ⁻¹]
min.	6,74	0,52	0,45	11,88	12,33
śr. / mean value	7,0	2,54	0,81	31,04	31,85
max	7,38	4,58	1,5	101,97	102,57

Badane powierzchniowe poziomy gleb wykazywały zróżnicowaną zawartość węgla organicznego (od 8,7 do 45,8 g/kg). Zawartość miedzi w analizowanych glebach wahała się od 9,6 do 208,6 mg/kg, ołowiu od 11,3 do 167, mg/kg, kadmu od 0,02 do 4,9 mg/kg, a cynku od 22,9 do 300,6 mg/kg.



Rys. 1. Zawartość całkowita i formy dostępne wybranych metali ciężkich w analizowanych glebach: 1 - zakresy zawartości dla punktów ze starą trakcją, 2 - zakresy zawartości dla punktów z nową trakcją, 3 - wartości średnie, A - punkty przy krawędzi jezdni, B - punkty w odległości 2 m od jezdni

Fig. 1. Total content and available forms of selected heavy metals in soils analyzed: 1 - range of concentrations for points with old traction, 2 - range of concentrations for points with new traction, 3 - mean values, A - points close to roads, B - points located 2 m from roads

Udział form dostępnych dla roślin w puli ogólnej metali ciężkich stanowił dla miedzi od 6,7 do 35,3%, ołowiu od 7,4 do 36,2%, kadmu od 3,3 do 90,1%, a dla cynku 1,7 do

10,7%. Średnie zawartości ogólne metali ciężkich (Cu, Cd, Pb i Zn) układają się według następującego szeregu Zn > Cu > Pb > Cd, natomiast średnie zawartości form dostępnych badanych metali wykazują największe stężenia miedzi, a najmniejsze kadmu (Cu > Pb > Zn > Cd).

Z uwagi na stosunkowo małe zróżnicowanie koncentracji pierwiastków w formach dostępnych dla roślin w punktach zlokalizowanych przy krawędzi jezdni i oddalonych o 2 m można stwierdzić, że wpływ odległości od źródła emisji jest niezauważalny. W odmienny sposób, z wyraźnym zróżnicowaniem koncentracji oznaczanych metali ciężkich, charakteryzują się formy ogólne. Analogicznie, jak wskazuje większość autorów, zawartość metali ciężkich zmniejsza się wraz z oddalaniem od trasy komunikacyjnej [4, 7, 8]. Ocenę poziomu zanieczyszczenia Cu, Cd, Pb i Zn w badanych glebach przeprowadzono, korzystając z granicznych zawartości metali ciężkich zamieszczonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU 02.165.1359 z dn. 04.10.2002 r.). Nie stwierdzono przekroczeń zawartości granicznych miedzi, ołowiu, kadmu i cynku dla gruntów zaliczanych do grupy C, obejmującej tereny przemysłowe, użytki kopalne i tereny komunikacyjne. Badane gleby zawierały te pierwiastki w ilościach określanych jako dopuszczalne dla tej grupy gleb. W jednym punkcie badawczym (pkt 18) obserwowana jest nieznacznie podwyższona zawartość miedzi i ołowiu.

Uzyskane wyniki badań wskazują na wpływ transportu trolejbusowego na zawartość ogólną miedzi w glebach sąsiadujących z trakcją elektryczną. Stanowiska zlokalizowane przy trasach z nowymi liniami trolejbusowymi charakteryzowały się mniejszą zawartością ogólną tego pierwiastka. Podobne tendencje można zaobserwować również, analizując rozkład koncentracji form dostępnych dla roślin. Gleby pobrane z punktów badawczych zlokalizowanych przy trasach z nowo powstałą trakcją trolejbusową w większości charakteryzowały się mniejszą koncentracją miedzi w porównaniu do punktów pobranych przy trasach komunikacyjnych, gdzie trakcje trolejbusowe istniały od kilkudziesięciu lat. Ponadto na podstawie zróżnicowanego położenia punktów badawczych można stwierdzić wpływ transportu drogowego na zawartość oznaczonych metali ciężkich w glebach znajdujących się w sąsiedztwie tras komunikacyjnych. Stwierdzono, że większe nagromadzenie badanych metali ciężkich występuje na ogół w próbkach powierzchniowych gleb zlokalizowanych w sąsiedztwie tras, gdzie trakcje trolejbusowe istniały od kilkudziesięciu lat i nie były remontowane czy przebudowywane. Niższe koncentracje metali ciężkich oznaczono w punktach, gdzie w ostatnich latach wykonano gruntowne remonty tras (łącznie z pasami zieleni), bądź na nowo powstałych arteriach komunikacyjnych. Średnie zawartości form ogólnych badanych metali w glebach zlokalizowanych przy nowo oddanych bądź gruntownie remontowanych drogach Lublina wyniosły odpowiednio: Cu 35,56 mg/kg, Cd 0,6 mg/kg, Pb 33,55 mg/kg i Zn 66,98 mg/kg, podczas gdy w sąsiedztwie starych szlaków komunikacyjnych koncentracje ich wyniosły: Cu 97,29 mg/kg, Cd 1,11 mg/kg, Pb 65,87 mg/kg i Zn 95,14 mg/kg (rys. 1). Analogiczne prawidłowości wystąpiły dla form dostępnych dla roślin, tu w glebach zlokalizowanych przy nowo oddanych bądź gruntownie remontowanych drogach Lublina wyniosły odpowiednio: Cu 8,6 mg/kg, Cd 0,2 mg/kg, Pb 8,59 mg/kg i Zn 4,61 mg/kg, podczas gdy w sąsiedztwie starych szlaków komunikacyjnych koncentracje wyniosły: Cu 15,71 mg/kg, Cd 0,23 mg/kg, Pb 15,17 mg/kg i Zn 5,06 mg/kg.

Podsumowanie i wnioski

1. Transport trolejbusowy wpływa na zawartość form ogólnych i dostępnych miedzi w glebach sąsiadujących z trakcją elektryczną. Stanowiska zlokalizowane przy trasach z nowymi liniami trolejbusowymi charakteryzowały się mniejszą zawartością ogólną tego pierwiastka w porównaniu do szlaków komunikacyjnych charakteryzujących się kilkudziesięcioletnim użytkowaniem.
2. Całkowite stężenia Cu, Cd, Pb, Zn nie przekroczyły zawartości granicznych miedzi, ołowiu, kadmu i cynku dla gruntów zaliczanych do grupy C, obejmującej tereny przemysłowe, użytki kopalne i tereny komunikacyjne, zamieszczone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU 02.165.1359 z dn. 04.10.2002 r.), jednakże występujące tu przekroczenia koncentracji Cu, Pb i Zn tła geochemicznego wskazują, że badane obszary są pod silnym działaniem antropopresji.
3. Udział form dostępnych dla roślin w puli ogólnej metali ciężkich charakteryzował się dużym zróżnicowaniem, co utrudnia stwierdzenie, który z badanych metali ciężkich charakteryzował się największą mobilnością.
4. Zawartość metali ciężkich w formach ogólnych zmniejsza się wraz z oddalaniem od krawędzi jezdnii, natomiast koncentracje Cu, Cd, Pb i Zn w formach dostępnych dla roślin nie wykazują tak wyraźnej tendencji.

Literatura

- [1] Klimowicz Z. i Melke J.: Roczn. Glebozn., 2000, **51**(3/4), 37-46.
- [2] Maciejewska A. i Skłodowski P.: Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 1995, **418**(1), 271-280.
- [3] Niesiołowska K. i Krajewska E.: Ochr. Środow. Zasob. Natural., 2007, **31**, 278-283.
- [4] ISO 11466: International Standart, Soil quality-extraction of trace elements soluble in *aqua regia*. First edition, Geneva 1995.
- [5] Lindsay W.L. i Norvell W.A.: Soil Sci. Soc. Amer. J., 1978, **42**, 421-435.
- [6] Kabata-Pendias A. i Pendias H.: Biogeochemia pierwiastków śladowych. WN PWN, Warszawa 1999.
- [7] Olajire A.A. i Ayodele E.T.: Environ. Int., 1997, **23**(1), 91-101.
- [8] Czarnowska K. i Bednarz I.: Roczn. Glebozn., 2000, **51**(3/4), 29-36.

INFLUENCE OF PUBLIC TRANSPORT ON THE CONTENT OF CHOSEN HEAVY METALS IN SOILS NEIGHBOURING LUBLIN STREETS

Department of Soil Science, Institute of Earth Sciences, Maria Curie-Skłodowska University in Lublin

Abstract: An attempt was made to evaluate a contamination of soils neighbouring chosen communication routes by Cu, Cd, Pb, Zn, as well as trolley bus traction influence (made of non-isolated copper cable) on the content of total and available forms of copper. Benchmark investigation was possible because of opening new trolley bus routes in Lublin, what was considered during choosing research points. Total copper content in analyzed soils amounted from 9.6 to 208.6 mg · kg⁻¹, lead from 11.3 to 167.0 mg · kg⁻¹, cadmium from 0.02 to 4.9 mg · kg⁻¹, and zinc from 22.9 to 300.9 mg · kg⁻¹. The share of forms available for plants in total pool of heavy metals counted for copper from 6.7 to 35.3%, for lead from 7.4 to 36.2%, cadmium from 3.3 to 90.1%, and for zinc from 1.7 to 10.7%. Research points situated close to streets with new trolley bus traction was characterized by lower content of this element in relation to communication routes with longstanding using. Total concentrations of Cu, Cd, Pb and Zn did not exceed border content of heavy metals for grounds qualified to group C, according to the Order of the Minister of Environment on quality standards of soil and ground.

Keywords: heavy metals, soil contamination, public transport