

**STANISŁAW BARAN, ELŻBIETA JOLANTA BIELIŃSKA,
MAŁGORZATA KAWECKA-RADOMSKA***

**ZAWARTOŚĆ METALI CIĘŻKICH W GLEBACH PARKÓW
MIEJSKICH PODLEGAJĄCYCH ZRÓŻNICOWANYM
WPLYWOM ANTROPOGENICZNYM**

Streszczenie

Celem pracy było zbadanie zawartości metali ciężkich w glebach wybranych parków usytuowanych w strefach śródmiejskich oraz na obszarach peryferyjnych miast. Zawartość analizowanych metali ciężkich (Zn, Pb, Cu, Cd) w badanych glebach wykazywała duże zróżnicowanie w zależności od intensywności presji antropogenicznej. Gleby parków usytuowanych w strefie śródmiejskiej cechowały się kilkakrotnie większą koncentracją analizowanych pierwiastków śladowych niż gleby parków z obrzeży wytypowanych miast.

Słowa kluczowe: gleba, parki miejskie, metale ciężkie, zanieczyszczenie

Wstęp

Gleby na terenach zurbanizowanych charakteryzują się akumulacją różnego pochodzenia zanieczyszczeń miejsko-przemysłowych, a zwłaszcza zawartych w nich metali ciężkich [Greinert 2000, 2003; Gąsiorek, Niemyska-Łukaszuk 2004]. Główną przyczyną zanieczyszczenia metalami ciężkimi gleb położonych w granicach miast są emisje pochodzące ze środków transportu, komunikacji, zakładów przemysłowych oraz odprowadzanie do rzek niedostatecznie oczyszczone ścieki komunalno-przemysłowe [Kabata-Pendias, Pendias 1999; Czarnowska i in. 2002; Pisarek, Żarczyńska 2002].

Parki w miastach tworzą powierzchnie aktywne biologicznie, warunkujące utrzymanie względnej równowagi ekologicznej środowiska przyrodniczego, a w szczególności wpływają korzystnie na stan czystości środowiska miejskiego, zwłaszcza w zakresie stanu aerosanitarne, klimatu akustycznego i stanu

* Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska

wód. Stanowią też ważny element kształtowania lokalnych warunków bioklimatycznych, podnoszą walory estetyczne krajobrazu miejskiego, obejmując z reguły ważne dla jego mieszkańców tereny rekreacji [Przewoźniak 2002].

Celem pracy było zbadanie zawartości metali ciężkich w glebach wybranych parków usytuowanych w strefach śródmiejskich, na terenach będących w obrębie wzmożonej emisji skażeń antropogenicznych oraz na obszarach peryferyjnych miast, o podobnych warunkach fizjograficznych, lecz nie poddanych bezpośredniemu oddziaływaniu czynnika antropogenicznego.

Material i metody

Badaniami porównawczymi objęto gleby 12 powierzchni parkowych zlokalizowanych w strefie śródmiejskiej oraz na obszarach peryferyjnych miast o:

- potencjalnie wysokim zagrożeniu skażeniem antropogenicznym – Kraków 1, Lublin 1, Miasteczko Śląskie 1, Szczecin 1, Zabrze 1, Zamość 1;
- potencjalnie niskim zagrożeniu skażeniem antropogenicznym (powierzchnie usytuowane na peryferiach miast) – Kraków 2, Miasteczko Śląskie 2, Lublin 2, Szczecin 2, Zabrze 2, Zamość 2.

Na terenie każdego z 12 wytypowanych parków wybrano po jednej reprezentatywnej powierzchni. Analizowana próbka glebowa była średnią z 5 próbek pobranych z każdej powierzchni. Próbkę glebową do analiz laboratoryjnych pobrano z wybranych powierzchni we wrześniu 2009 roku, z poziomu próchnicznego.

Gleby badanych obiektów różniły się składem granulometrycznym:

- piaski słabo gliniaste – Miasteczko Śląskie 1, Miasteczko Śląskie 2; Szczecin 1, Szczecin 2;
- piaski gliniaste mocne – Kraków 1, Kraków 2; Zabrze 1, Zabrze 2;
- gliny lekkie silnie spiaszczone – Lublin 1, Lublin 2;
- gliny lekkie pylaste – Zamość 1, Zamość 2.

W próbkach glebowych oznaczono całkowitą zawartość metali ciężkich (Zn, Pb, Cd, Cu) metodą spektrometrii emisyjnej na aparacie Leeman Labs (PS 950) ze wzbudzeniem ICP w argonie. Wszystkie oznaczenia wykonywano w trzech powtórzeniach.

Wyniki badań i dyskusja

Zawartość metali ciężkich w badanych glebach była bardzo zróżnicowana (tab. 1). Mogło się to wiązać zarówno z nasileniem emisji antropogenicznej, szczególnie intensywnej w strefach śródmiejskich, jak i z rozsegregowaniem

materiału glebowego w trakcie historycznych przeobrażeń urbanistycznych na badanych terenach i depozycją zanieczyszczeń w różnych miejscach. Zanieczyszczenie środowiska glebowego metalami ciężkimi w warunkach wielowiekowej urbanizacji związane jest z użytkowaniem gleb miejskich i nanoszeniem substratów naturalnych i technogennych zróżnicowanych pod względem ilości, pochodzenia, składu, a także sposobu ich nanoszenia i przemieszczania przestrzennego [Greinert 2003; Zimny 2005]. Kollender-Szych i in. [2008] zwrócili uwagę, że w miastach użytkowanie gleb staje się czynnikiem glebotwórczym.

Tab. 1. Zawartość metali ciężkich w glebach w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.

Tab. 1. Content of heavy metals in soils in $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ d.m.

Miejscowość	Nr	Zn	Pb	Cu	Cd
		[$\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$]			
Kraków	1	218,9	65,2	28,3	1,92
	2	132,5	41,8	14,9	1,29
Lublin	1	230,1	64,7	32,5	2,04
	2	73,2	38,3	14,6	1,32
Miasteczko Śląskie	1	4553,8	1672,1	69,5	79,15
	2	710,2	331,9	38,2	7,12
Szczecin	1	68,1	75,8	33,9	2,23
	2	44,8	36,1	19,8	1,46
Zabrze	1	584,3	298,5	45,7	4,22
	2	312,9	180,2	26,1	2,78
Zamość	1	61,4	46,6	15,6	1,12
	2	40,1	19,8	5,9	0,41

1- strefa śródmiejska; 1 – city centre

2- peryferie miast; 2 – outskirts of the city

Oceniając stopień zanieczyszczenia gleb cynkiem, ołowiem, miedzią i kadmem na podstawie skali zaproponowanej przez IUNG [Kabata-Pendias i in. 1993] można stwierdzić, że badane urbanoziemy charakteryzowały się odmienną kumulacją metali ciężkich wskazującą na pięć klas ich zawartości (tab. 2): naturalną zawartość (stopień 0), podwyższoną zawartość (stopień I), słabe zanieczyszczenie (stopień II), średnie zanieczyszczenie (stopień III), silne zanieczyszczenie (stopień IV), bardzo silne zanieczyszczenie (stopień V).

Najbardziej zanieczyszczone pierwiastkami śladowymi były gleby pochodzące z obszaru Górnego Śląska (tab. 1). Zwraca uwagę ekstremalnie wysoka zawartość Cd w glebie parku usytuowanego w centrum Miasteczka Śląskiego, w pobliżu huty cynku i ołowiu (Miasteczko Śląskie 1), prawie $80 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a także Zn ($4553,8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) oraz Pb ($1672,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$). Warto podkreślić, że kadm jest tym metalem, który najłatwiej gromadzony jest w tkankach roślin, włączając się w ten sposób do łańcucha troficznego. Również cynk jest łatwo kumulowany w roślinach. Kadm charakteryzuje się dużą mobilnością w środo-

wisku zasadowym. Kabata-Pendias i Pendias [1999] podkreślają, że w miarę wzrostu alkaliczności gleb spada sorpcja kadmu wskutek wypierania tego pierwiastka z kompleksu sorpcyjnego przez kationy metali alkalicznych, jak np. Ca^{+2} , w które gleby miejskie są znacznie wzbogacone. Z wieloletnich badań Greinerta [2003] wynika, że w glebach miejskich najliczniejszymi domieszkami antropogenicznymi są materiały budowlane w postaci odłamków betonu, gruzu, zaprawy murarskiej, cegiel i glazury. Ponadto alkalizacja gleb w centrach miast związana jest z opadem pyłów alkalicznych i zasoleniem [Czarnowska 1995; Baran, Bielińska 2008].

Tab. 2. Klasy zanieczyszczenia gleb wg Kabaty-Pendias i in. [1993]

Tab. 2. Soil contamination classes by Kabata-Pendias at al. [1993]

Miejscowość	Nr	Zn	Pb	Cu	Cd
Kraków	1	I	I	I	I
	2	I	0	0	I
Lublin	1	I	I	I	I
	2	0	0	0	I
Miasteczko Śląskie	1	V	III	II	V
	2	III	II	I	IV
Szczecin	1	0	I	I	I
	2	0	0	0	I
Zabrze	1	III	II	I	III
	2	II	I	I	II
Zamość	1	0	0	0	I
	2	0	0	0	0

0, I, II, III, IV, V – klasy zanieczyszczenia gleb

0, I, II, III, IV, V – soil contamination classes

1- strefa śródmiejska; 1 – city centre

2- peryferie miast; 2 – outskirts of the city

Najmniejszą zawartością analizowanych metali ciężkich cechowały się gleby pochodzące z terenu Zamościa (tab. 1). W świetle opracowań charakteryzujących stan powierzchniowych poziomów gleb Polski [Kabata-Pendias i in. 1993] cechowały się one naturalną zawartością badanych metali ciężkich. Jedynie w przypadku kadmu podwyższoną zawartość tego pierwiastka ($1,12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, stopień I) stwierdzono w próbkach gleby pochodzącej z parku usytuowanego w centrum Zamościa (tab. 2).

Lokalizacja parków wpłynęła na zawartość badanych metali ciężkich w glebach (tab. 1). Gleby parków usytuowanych w strefie śródmiejskiej cechowały się kilkakrotnie większą koncentracją analizowanych pierwiastków śladowych niż gleby parków z obrzeży miasta. Wyższa koncentracja metali ciężkich w glebach położonych w centrum miasta, w porównaniu z obszarami peryferyjnymi, jest jedną z charakterystycznych właściwości gleb terenów zurbanizowa-

nych i świadczy o miejscowej presji czynnika antropogenicznego [Kabała 1995; Aleksandrovskaya, Aleksandrovskiy 2000; Gąsiorek, Niemyska-Lukaszuk 2004].

Szczegółowa analiza danych wskazuje, że gleby na obrzeżach miast, poza obszarem Górnego Śląska, cechowały się naturalną zawartością ołowiu i miedzi, a podwyższoną zawartość cynku (stopień I) stwierdzono wyłącznie w próbkach gleby pochodzącej z parku w Krakowie. Według Kabaty-Pendias i Pendiasa [1999], naturalna zawartość ołowiu w glebach nie powinna przekraczać $20 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, natomiast zawartość dopuszczalna dla gleb uprawnych wynosi $100 \text{ mg Pb} \cdot \text{kg}^{-1}$ i w zależności od niektórych właściwości gleby (przede wszystkim odczynu i zawartości materii organicznej) może być podwyższona do $500 \text{ mg Pb} \cdot \text{kg}^{-1}$. W glebach parków Kraków 2, Lublin 2 i Szczecin 2 zawartość ołowiu wynosiła od $36,1$ do $41,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a tylko w przypadku parku w Zamościu (Zamość 2) nie przekroczyła $20 \text{ mg Pb} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 1). W większości tych gleb (Kraków 2, Lublin 2 i Szczecin 2) wystąpiła podwyższona zawartość kadmu (tab. 2), gdzie koncentracja tego pierwiastka kształtowała się w granicach od $1,29$ do $1,46 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tab. 1). Oznaczona zawartość kadmu w glebach parków usytuowanych w śródmieściu Krakowa, Lublina i Szczecina również kształtowała się w granicach podwyższonej zawartości tego metalu (stopień I), ale była około 1,5-krotnie większa niż w glebach na obrzeżach tych miast (tab. 1). Podobne relacje obserwowano w przypadku koncentracji Zn, Pb i Cu w glebach śródmiejskich i peryferyjnych. Gleby pochodzące z parków w Zabrze zaliczyć należy, uwzględniając zawartość cynku i kadmu w poziomie próchnicznym, do gleb słabo zanieczyszczonych (stopień II, Zabrze 2), a w centrum miasta (Zabrze I) do gleb zanieczyszczonych (stopień III). Słabe zanieczyszczenie ołowiem stwierdzono w glebie parku usytuowanego w centrum Zabrze, a podwyższoną zawartość Pb (stopień I) w próbkach gleby pochodzącej z parku na peryferiach miasta. Ponadto podwyższoną zawartością Cu (stopień I) charakteryzowały się gleby z obydwu parków w tym mieście (tab. 2).

Wnioski

- Zawartość analizowanych metali ciężkich (Zn, Pb, Cu, Cd) w badanych glebach wykazywała duże zróżnicowanie w zależności od intensywności presji antropogenicznej.
- Najbardziej zanieczyszczone pierwiastkami śladowymi były gleby pochodzące z obszaru Górnego Śląska.
- W glebach parków usytuowanych w strefie śródmiejskiej stwierdzono kilkakrotnie większą zawartość analizowanych metali ciężkich niż w glebach parków z obrzeży miast.

- Gleby na obrzeżach miast, poza obszarem Górnego Śląska, cechowały się naturalną zawartością ołowiu i miedzi, a podwyższoną zawartość cynku (stopień I) oznaczono wyłącznie w próbkach gleby pochodzącej z parku w Krakowie.
- Najmniejszą zawartość metali ciężkich stwierdzono w glebach pochodzących z terenu Zamościa. W świetle wykorzystywanych przy sporządzaniu ocen opracowań, gleby te cechowały się naturalną zawartością Zn, Pb i Cu, a jedynie w przypadku Cd podwyższoną zawartość tego pierwiastka stwierdzono w próbkach gleby pochodzącej z parku w położonego w centrum miasta.
- Oznaczona zawartość kadmu w glebach parków z terenu Krakowa, Lublina i Szczecina kształtowała się w granicach podwyższonej zawartości tego metalu, ale w glebach śródmiejskich była około 1,5-krotnie większa niż w glebach usytuowanych na obrzeżach tych miast. Podobne relacje obserwowano w przypadku koncentracji Zn, Pb i Cu w glebach.

*Praca naukowa finansowana ze środków MNiSW,
jako projekt badawczy nr N N305 214037*

Literatura

1. ALEKSANDROVSKAYA E.I., ALEKSANDROVSKIY A.L.: *History of the cultural layer in Moscow and accumulation of anthropogenic substances in it*. Catena. 41, 249-259, 2000
2. BARAN S., BIELIŃSKA E.J.: *Wpływ ryzosfery mniszka lekarskiego (Teraxacum officinale Web.) na zawartość metali ciężkich i aktywność enzymatyczną gleby*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 533, 21-29, 2008
3. CZARNOWSKA K.: *Gleby i rośliny w środowisku miejskim*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 418, 111-115, 1995
4. CZARNOWSKA K., CHLIBIUK M., KOZANECKA T.: *Pierwiastki śladowe w glebach uprawnych przy drogach wokół Warszawy*. Roczn. Glebozn. 53, 3/4, 67-74, 2002
5. GĄSIÓREK M., NIEMYSKA-ŁUKASZUK J.: *Kadm i ołów w glebach antropogenicznych ogrodów klasztornych Krakowa*. Roczn. Glebozn. 55, 1, 127-134, 2004
6. GREINERT A.: *Ochrona i rekultywacja terenów zurbanizowanych*. Wydaw. Politach. Zielonogór., Monografia nr 97, Zielona Góra, 2000
7. GREINERT A.: *Studia nad glebami obszaru zurbanizowanego Zielonej Góry*. Oficyna Wydawnicza Uniw. Zielonogór., Zielona Góra, 2003

8. KABAŁA C.: *Glin wymienny i odczyn gleb Gór Izerskich na obszarze kłęski ekologicznej*. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 418, 361- 367, 1995
9. KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H.: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydaw. Nauk. PWN, Warszawa, 1999
10. KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T.: *Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką*. Ramowe wytyczne dla rolnictwa. IUNG Puławy 35: 5-15, 1993
11. KOLLENDER-SZYCH A., NIEDŹWIECKI E., MALINOWSKI R.: *Gleby miejskie*. Wyd. AR Szczecin, 2008
12. PISAREK I., ŻARCZYŃSKA B.: *Antropogeniczne wzbogacenie w metale ciężkie gleb doliny Odry na terenie miasta Opola*. Roczn. Glebozn. 53, 3/4, 75-83, 2002
13. PRZEWOŹNIAK M.: *Kształtowanie środowiska przyrodniczego miast. Przykłady z regionu gdańskiego*. Wyd. Politechniki Gdańskiej, 2002
14. ZIMNY H.: *Ekologia miasta*. Agencja Reklamowo-Wydawnicza Arkadiusz Gregorczyk. Warszawa, 2005

CONTENT OF HEAVY METALS IN URBAN PARK SOILS INFLUENCED BY VARIOUS ANTHROPOGENIC CHANGES

S u m m a r y

The purpose of this scientific paper was an examination of the heavy metal content in soils of selected parks situated in city centre zones as well as in the city suburbs. The content of heavy metals (Zn, Pb, Cu, Cd) in the examined soils showed high diversity depending on the intensity of anthropogenic pressure. The soils of parks situated in the city centre zone were characterised by a several-times higher concentration of the analysed trace elements than the soils of parks in the city suburbs.

Key words: soil, urban park, heavy metal, pollution