

KUMULACJA KADMU I CYNKU W WIERZCHNICH WARSTWACH GLEB PASÓW ZIELENI MIEJSKIEJ AGLOMERACJI WARSZAWSKIEJ ¹

Elżbieta Biernacka *, *Jacek Borowski* **, *Ilona Małuszyńska* *,
Marcin J. Małuszyński *

* Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

** Katedra Ochrony Środowiska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

Wstęp

Kumulacja metali ciężkich w glebach aglomeracji miejskich jest problemem wielokrotnie omawianym zarówno w literaturze krajowej jak i światowej [CZARNOWSKA 1997; LICZNAR, LICZNAR 2005; BIASIOLI i in. 2006; LEE i in. 2006].

Nagromadzenie w wierzchnich warstwach gleb terenów miejskich, znacznych ilości pierwiastków takich jak kadm czy cynk, powoduje wzrost pobierania tych metali przez rośliny i przechodzenia do kolejnych elementów łańcucha troficznego.

Znajomość właściwości chemicznych gleb miejskich a zwłaszcza poznanie kumulacji metali ciężkich w tych glebach może być pomocne w stworzeniu bazy danych dla właściwego zarządzania glebami w miastach.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu środowiska miejskiego na zawartość kadmu i cynku w wierzchnich warstwach gleb pasów zieleni miejskiej aglomeracji warszawskiej.

Material i metody

Material glebowy do analiz pobrano z wierzchnich warstw (0,0–0,2 m) gleb terenów zurbanizowanych Warszawy i okolic. Próbkki gleb z Lasu Kabackiego, stanowiły material odniesienia.

Próbki pobrano wzdułz ulic: Dolina Służewiecka, Sikorskiego, Czarnomorska, Ostrobramska, Abrahama, Umińskiego, Cynamonowa oraz w miejscowościach Koczargi i Kiełpin.

Pojedyncze próbki zostały pobrane z powierzchni o wymiarach 1,5 x 1,5 m, następnie uśredniono je przez zmieszanie (10 próbek na jedną próbkę średnią). W tak przygotowanych ujednorodnionych próbkach gleb oznaczono całkowitą i dostępną zawartość kadmu i cynku. Oznaczeniami chemicznymi objęto 50 próbek.

¹ Badania wykonano w ramach projektu nr 3 P04 G0 5324 finansowanego przez KBN.

Przed oznaczeniem zawartości rozpuszczalanej Cd, Zn i S przeprowadzono mineralizację próbek glebowych. Odważkę 0,5 grama zalano 2 ml kwasu stężonego 35% cz.d.a. HCl i 6 ml kwasu stężonego 65% cz.d.a. HNO₃, a następnie umieszczono w roztwarzaczu mikrofalowym MDS 2000 firmy CEM. Przyjęto, że stosując wymienione roztwarzacze uzyskano całkowitą zawartość w glebie badanych pierwiastków.

Próbki z roztwarzacza przenoszono do kolb miarowych i rozcieńczano do 100 ml.

Przed oznaczeniem dostępnej zawartości pierwiastków przeprowadzono ekstrakcję próbek glebowych. Odważkę 2 gramową zalano 60 ml 1 mol·dm⁻³ kwasu HCl i umieszczano na wytrząsarce. Następnie sączono próbki na sączkach do kolb miarowych i uzupełniano 1 mol HCl·dm⁻³ do 100 ml.

Pomiary wykonano z zastosowaniem Atomowej Spektrometrii Emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-AES) oraz płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej (FAAS).

Ocnę całkowitej zawartości kadmu i cynku w badanych glebach, wykonano w oparciu o standardy jakości gleb oraz standardy jakości ziemi zawarte w ROZPORZĄDZENIU MŚ [2002].

Wyniki i dyskusja

Badania przeprowadzono w 2004 roku. Zgodnie ze standardami jakości gleb oraz standardami jakości ziemi zawartymi w ROZPORZĄDZENIU MŚ [2002], gleby Lasu Kabackiego zakwalifikowano do grupy A (gleby obszarów poddanych ochronie). Pozostałe gleby zakwalifikowano do grupy C (gleby terenów komunikacyjnych).

Zawartość całkowita kadmu oznaczona w wierzchnich warstwach gleb Lasu Kabackiego wynosiła poniżej 0,1 mg·kg⁻¹ (tab. 1) i tym samym nie przekroczyła wartości dopuszczalnej, która zgodnie ze standardami jakości gleb wynosi 1,0 mg·kg⁻¹.

Tabela 1; Table 1

Wybrane właściwości fizyczno-chemiczne wierzchnich warstw gleb
Chosen physicochemical properties of the upper layer of soils

Numer próbki Sample no	Procent frakcji o średnicy Percent of fraction of diameter (mm)			pH (KCl)	Substancja org. organic matter (%)	Cd (mg·kg ⁻¹)		Zn (mg·kg ⁻¹)	
	1,0–0,1	0,1–0,02	< 0,02			całkowita total	dostępna available	całkowita total	dostępna available
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Las Kabacki; Kabacki Forest									
1	42	40	18	5,72	4,3	0,1	<0,02	18	11
2	41	39	20	4,18	3,8	0,1	<0,02	34	14
3	40	40	20	4,04	2,3	< 0,1	<0,02	29	11
4	44	39	17	5,88	2,5	0,1	<0,02	34	17
5	52	31	17	7,08	3,4	< 0,1	<0,02	27	12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dolina Służewiecka									
6	50	33	17	7,14	4,4	0,3	<0,02	82	56
7	58	26	16	7,24	4,4	0,4	<0,02	67	42
8	51	30	19	7,00	6,9	0,4	<0,02	80	48
9	52	29	19	7,22	8,2	0,3	<0,02	71	46
10	49	31	20	7,23	8,5	0,3	<0,02	70	47
ul. Sikorskiego; Sikorskiego street									
11	58	30	12	7,47	5,3	0,9	0,66	171	140
12	58	28	14	6,73	4,4	0,4	0,24	69	44
13	42	41	17	6,88	5,6	0,6	0,19	128	54
14	79	13	8	7,34	2,9	0,7	0,29	129	56
15	75	16	9	7,41	4,3	0,5	0,19	112	70
Kielpin									
16	55	29	16	5,36	3,4	0,2	<0,02	40	23
17	69	18	13	4,76	3,3	0,2	<0,02	32	18
18	73	16	11	4,75	3,9	0,2	<0,02	43	22
19	80	9	11	4,84	2,4	<0,1	<0,02	26	18
20	70	17	13	6,40	2,4	0,3	<0,02	75	51
ul. Czarnomorska; Czarnomorska street									
21	69	20	11	6,58	5,3	0,6	0,19	144	76
22	73	18	9	6,74	3,9	0,4	0,24	91	47
23	68	21	11	6,63	4,3	0,4	0,18	98	63
24	69	16	15	6,70	4,4	0,4	0,09	79	60
25	70	17	13	6,60	5,4	0,2	<0,02	70	45
Koczargi									
26	59	31	10	6,68	7,8	0,2	<0,02	59	35
27	65	27	8	6,63	5,3	0,3	<0,02	58	34
28	77	18	5	6,05	2,0	0,1	<0,02	47	19
29	79	16	5	5,85	3,4	0,2	<0,02	63	38
30	69	23	8	6,00	4,4	0,3	<0,02	71	41
ul. Ostrobramska; Ostrobramska street									
31	62	24	14	6,07	6,8	0,5	0,20	128	92
32	79	13	8	6,38	3,8	0,5	0,19	105	62
33	72	17	11	6,00	2,9	0,4	<0,02	104	53
34	82	11	7	6,85	2,9	0,4	<0,02	109	62
35	78	13	9	7,04	8,2	1,7	1,15	252	224
ul. Abrahama; Abrahama street									
36	32	42	26	7,05	7,7	0,3	<0,02	78	43
37	34	42	24	6,91	7,8	0,4	<0,02	107	64
38	32	42	26	6,55	6,3	0,2	<0,02	73	54
39	33	38	29	6,51	4,4	0,3	<0,02	69	33
40	29	35	36	6,48	5,3	0,3	<0,02	86	41
ul. Umińskiego; Umińskiego street									
41	63	22	15	7,20	4,9	0,4	<0,02	101	74
42	47	33	20	6,95	4,8	0,4	0,30	105	78
43	41	33	26	6,65	6,4	0,5	<0,02	85	47
44	65	20	15	6,75	3,9	0,5	<0,02	531	59
45	72	16	12	6,65	2,9	0,3	<0,02	85	59

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ul. Cynamonowa; Cynamonowa street									
46	62	22	16	7,08	5,9	0,3	0,15	86	78
47	53	31	16	6,78	7,9	0,3	0,14	72	32
48	52	32	16	6,79	6,3	0,3	0,15	60	43
49	47	35	18	6,83	4,8	0,3	0,10	52	47
50	47	36	17	6,98	6,8	0,4	0,10	98	66

Wyższe zawartości tego pierwiastka uzyskali LEE i in. [2006], podczas badań prowadzonych w parkach Hong-Kongu, podobnie jak GANCARCZYK-GOLA i PALOWSKI [2005], prowadzący badania w okolicach Białowieży.

Próbki pochodzące z terenów Warszawy i okolic charakteryzowała wyższa całkowita zawartość kadmu od prób z Lasu Kabackiego. Oznaczona w tych próbkach zawartość badanego pierwiastka mieściła się w przedziale wartości od 0,1 mg·kg⁻¹ w próbce z miejscowości Koczargi do 1,7 mg·kg⁻¹ w próbce z pasa zieleni ulicy Ostrobramskiej. Uzyskane podczas badań wyniki wskazują na zawartości kadmu niższe od dopuszczalnej, wynoszącej 15,0 mg·kg⁻¹ [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002]. Zbliżone wartości oznaczyła CZARNOWSKA [1997] w glebach Łodzi oraz LICZNAR i LICZNAR [2005], prowadzący badania we Wrocławiu. Wyniki badań PICHTELA i in. [1997] wskazują na większą kumulację kadmu w glebach Warszawy, podobnie jak w badanych przez GANCARCZYK-GOLĘ i PALOWSKIEGO [2005], glebach miejskich Katowic.

Wskaźnikiem stopnia zanieczyszczenia środowiska oprócz całkowitej zawartości metali jest zawartość ich form dostępnych dla roślin.

Przeprowadzone badania w większości próbek wykazały zawartość kadmu w formach dostępnych, niemożliwą do oznaczenia przy pomocy zastosowanej metody. Próbki w których określono zawartość form dostępnych tego pierwiastka zawierały od 0,09 do 1,15 mg·kg⁻¹, co stanowiło odpowiednio od 22,5% do 67,6% całkowitej zawartości kadmu w badanych glebach. Podobny do przedstawionego udział form dostępnych pierwiastka odnotowali LICZNAR i LICZNAR [2005] badając gleby Wrocławia, podczas gdy CZARNOWSKA i in. [2002] badając gleby Warszawy i okolic, określili udział form dostępnych na znacznie wyższym poziomie.

Wierzchnie warstwy gleb Lasu Kabackiego charakteryzowały się zawartością cynku na poziomie od 18,0 do 34,0 mg·kg⁻¹, nieprzekraczającą zgodnej ze standardami jakości gleb [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002] wartości dopuszczalnej, wynoszącej 100 mg·kg⁻¹.

Niższe od oznaczonych zawartości cynku uzyskali GANCARCZYK-GOLA i PALOWSKI [2005] w glebach Białowieży, podczas gdy zarówno PATERSON i in. [1996], LEE i in. [2006] jak i BIASIOLI i in. [2006] wskazują na wyższe zawartości tego pierwiastka w glebach.

Zawartość cynku w pozostałych glebach mieściła się w przedziale od 26,0 do 531 mg·kg⁻¹ i nie przekraczała dopuszczalnej wartości 1000 mg·kg⁻¹ zawartej w standardach jakości gleb [ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002].

Wartości zbliżone do oznaczonych uzyskali PICHTEL i in. [1997] badając gleby Warszawy, podobnie jak GANCARCZYK-GOLA i PALOWSKI [2005] podczas badań gleb Katowic. Doniesienia badaczy zagranicznych [PATERSON i in. 1996; CHIEN i in. 2005; BIASIOLI i in. 2006; LEE i in. 2006], wskazują również na zbliżony poziom kumulacji cynku w glebach miejskich.

Badane próbki charakteryzowała zawartość form dostępnych cynku na poziomie od 11,0 do 224 mg·kg⁻¹, co stanowiło odpowiednio od 37,9% do 88,8% całkowitej zawartości cynku w wierzchnich warstwach badanych gleb. Podobny do przedstawionego udział form dostępnych pierwiastka odnotowali LICZNAR i LICZNAR [2005] badając gleby Wrocławia, podczas gdy CZARNOWSKA i in. [2002] badając gleby Warszawy i okolic, określili udział form dostępnych na niższym (nieprzekraczającym 63%) poziomie.

Wnioski

1. Wyniki badań wskazują na większe zawartości kadmu i cynku w wierzchniej warstwie gleb z terenu typowej aglomeracji miejskiej w porównaniu do obszaru Lasu Kabackiego jako terenu odniesienia.
2. Nie stwierdzono przekroczenia maksymalnych wartości badanych metali ciężkich zawartych w standardach jakości gleby w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.
3. Udział form dostępnych kadmu w jego ogólnej zawartości jest niższy od udziału form dostępnych cynku, co wskazuje na zagrożenie przechodzenia większych ilości cynku do łańcucha troficznego.

Literatura

BIASIOLI M., BARBERIS R., AJMONE-MARSAN F. 2006. *The influence of a large city on some soil properties and metal content*. Sci Total Environ 356: 154–164.

CHEN T.B., ZHENG Y.M., LEI M., HUANG Z.CH., WU H.T., CHEN H., FAN K.K., YU K., WU X., TIAN Q.Z. 2005. *Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China*. Chemosphere 60: 542–551.

CZARNOWSKA K. 1997. *Poziom niektórych metali ciężkich w glebach i liściach drzew miasta Łodzi*. Roczn. Glebozn. XLVIII 3/4: 49–61.

CZARNOWSKA K., CHLIBIUK M., KOZANECKA T. 2002. *Pierwiastki śladowe w glebach uprawnych przy drogach wokół Warszawy*. Roczn. Glebozn. LIII 3/4: 67–74.

GANCARCZYK-GOLA M., PALOWSKI B. 2005. *Metale ciężkie i pH powierzchniowych warstw gleb wokół centrów przemysłowych oraz na terenach wolnych od zanieczyszczeń*. Roczn. Glebozn. LIV 1/2: 59–66.

LEE C.S., LI X., SHI W., CHING-NGA CHEUNG S., THORNTON I. 2006. *Metal contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: A study based on GIS and multivariate statistics*. Sci Total Environ 356: 45–61.

LICZNAR S.E., LICZNAR M. 2005. *Oddziaływanie aglomeracji miejskiej Wrocławia na poziomy próchniczne gleb Parku Szczytnickiego*. Roczn. Glebozn. LVI 1/2: 113–118.

PATERSON E., SANKA M., CLARK L. 1996. *Urban soils as pollutant sinks – a case study from Aberdeen, Scotland*. Applied Geochemistry 11: 129–131.

PICHEL J., SAWYER II.T., CZARNOWSKA K. 1997. *Spatial and temporal distribution of metals in soils in Warsaw, Poland*. Environmental Pollution 98(2): 169–174.

ROZPORZĄDZENIE MŚ 2002. Z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz. U. Nr 165, poz. 1359.

Słowa kluczowe: gleba, kadm, cynk, aglomeracja miejska

Streszczenie

Kumulacja metali ciężkich takich jak kadm czy cynk w glebach terenów miejskich, podlegających intensywnym wpływom działalności człowieka, w znacznym stopniu oddziałuje na rozwój roślinności parków, skwerów i pasów zieleni miejskiej.

Określono wpływ środowiska miejskiego na zawartość kadmu i cynku w wierzchnich warstwach gleb pasów zieleni miejskiej aglomeracji warszawskiej.

Wyniki badań wskazują na większe zawartości badanych metali (Cd, Zn) w wierzchniej (0,00–0,20 m) warstwie gleb z terenu typowej aglomeracji miejskiej w porównaniu do obszaru Lasu Kabackiego jako terenu odniesienia. Nie stwierdzono przekroczenia maksymalnych wartości badanych metali ciężkich zgodnie z standardami jakości gleby w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.

Cd AND Zn ACCUMULATION IN THE UPPER LAYER OF SOILS OF GREEN BELTS IN THE URBAN AGGLOMERATION OF WARSAW

*Elżbieta Biernacka **, *Jacek Borowski ***, *Ilona Maluszyńska **,
*Marcin J. Maluszyński **

* Department of Hydraulic Engineering and Environmental Recultivation,
Warsaw Agricultural University, Warszawa

** Department of Environmental Protection,
Warsaw Agricultural University, Warszawa

Key words: soil, cadmium, zinc, urban agglomeration

Summary

Accumulation of heavy metals such as cadmium or zinc in soils of urban areas, being liable to intense influences of human activities, is considerably influencing the development of flora of parks, squares and belts of the urban greenery.

Determining the influence of the urban environment on the content of cadmium and zinc in the upper layer of soils of green belts in the urban agglomeration of Warsaw was an aim of the research.

Results of the research are showing bigger contents of examined metals in the upper layer of soils of the typical urban agglomeration as compared to the

area of Kabacki Forest. Maximum value of examined heavy metals did not exceed the permissible value stated in standards of soil quality contained in the Directive of Ministry of the Environment.

Prof. dr hab. Elżbieta **Biernacka**
Katedra Inżynierii Wodnej i Rekultywacji Środowiska
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 166
02-787 WARSZAWA
e-mail: biernacka@alpha.sggw.waw.pl