

JAN WÓJCIK

## ÓŁÓW I KADM W GLEBACH I ROŚLINACH WAŁBRZYSKICH OGRÓDKÓW DZIAŁKOWYCH

Instytut Geograficzny Uniwersytetu Wrocławskiego

### WSTĘP

Groźnym zjawiskiem obserwowanym na terenach zurbanizowanych jest gromadzenie się w glebach i roślinach metali ciężkich, niekiedy w bardzo dużych ilościach. Dowiodły tego m.in. badania Czarnowskiej [1980, 1994], Czarnowskiej i Gworek [1991], Havre'a i Undevalda [1976], Kukier [1985] oraz Roszyka i Roszykowej [1975]. Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie zanieczyszczenia gleb Wałbrzycha i uprawianych tam roślin ołowiem i kadmem. Oceny stopnia skażenia gleb wymienionymi metalami dokonano, porównując zawartość kadmu i ołowiu w badanych glebach z dopuszczalnymi normami. Wyniki badań z rejonu Wałbrzycha porównano także z ilością ołowiu i kadmu występujących w glebach i roślinach z mało uprzemysłowionych obszarów Polski.

W granicach administracyjnych Wałbrzycha występuje kilka typów i rodzajów gleb, których zróżnicowanie wynika z odmiennej budowy geologicznej podłoża, na którym się rozwijały [Figura 1989, Jońca 1985]. W obrębie Pogórza Wałbrzyskiego i Kotliny Wałbrzyskiej powstały gleby bielcowe wytworzone z luźnych osadów polodowcowych (piasków i żwirów) oraz glin morenowych. Na stokach Gór Wałbrzyskich występują typowe gleby górskie o słabo wykształconym profilu glebowym. W strefie zboczy Kotliny dominują natomiast gleby brunatne. W dnach dolin niewielkich cieków powstały mady oraz gleby bagienne [Jońca 1985].

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Niniejsza praca przedstawia wyniki badań skażenia gleb metalami ciężkimi, prowadzonych przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną i Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Wałbrzychu. W 1989 roku instytucje te rozpoczęły systematyczne pomiary zawartości metali ciężkich w glebach i warzywach z wałbrzyskich ogródków działkowych, jednak w 1993 r., wskutek braku

środków finansowych, zaprzestano prowadzenia tych badań. Do 1993 roku regularnie badano 14 kompleksów ogródków działkowych zlokalizowanych w różnych dzielnicach miasta (rys. 1). Próby pobierano z wierzchniej warstwy gleby, do głębokości 20 cm, dwukrotnie w ciągu roku: w kwietniu i we wrześniu.. Przebadano najczęściej uprawiane w ogródkach działkowych w Wałbrzychu warzywa: seler, pietruszkę i buraki ćwikłowe.

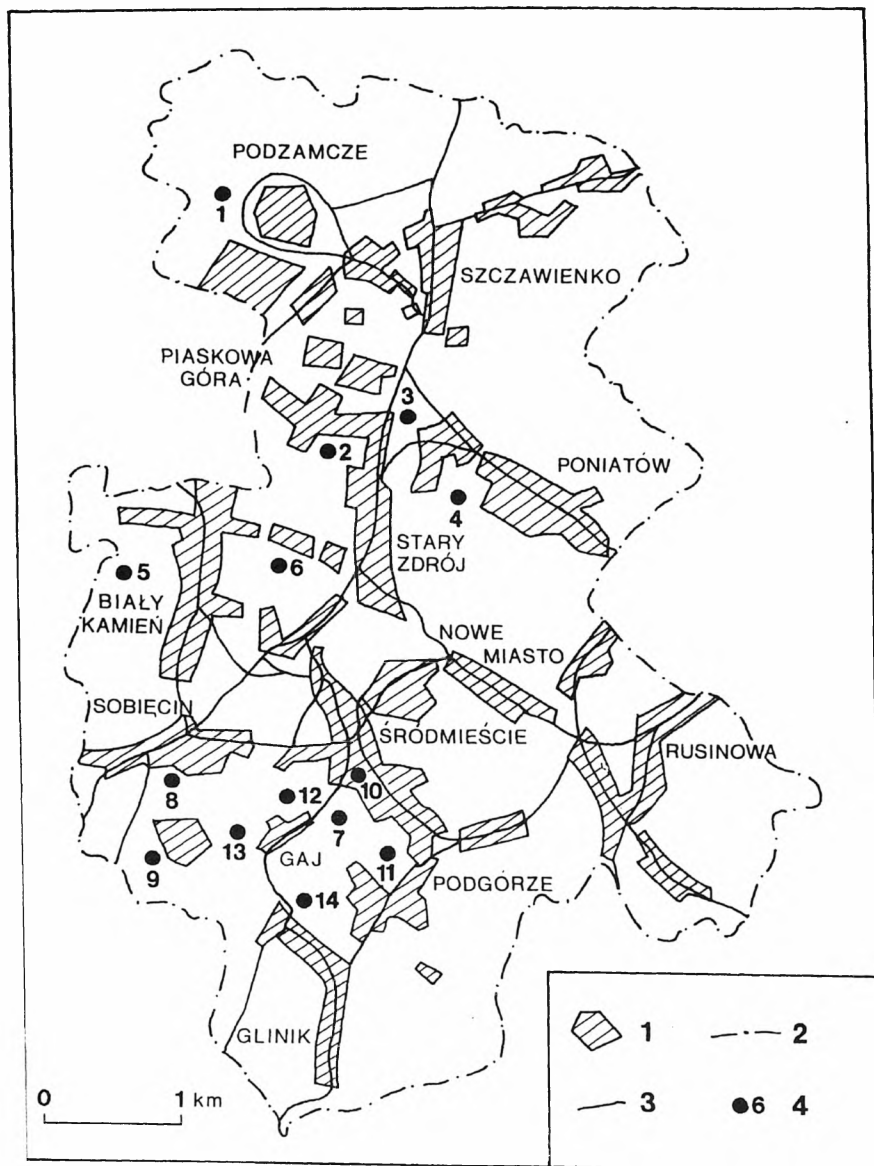
Pobrane próbki suszono, rozcierano w moździerzu porcelanowym oraz przesiewano przez sита o średnicy 1 mm. Następnie wyprażano 10-gramowe próby gleby w piecu o temperaturze 500°C. Mineralizacja w kwasie nadchlorowym i fluorowodorowym trwała 10 godzin. Zawartość ołowiu i kadmu oznaczano metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej na aparacie firmy Philips PU 9100 X.

## ŹRÓDŁA SKAŻENIA GLEB I ROŚLIN METALAMI CIĘŻKIMI W REJONIE WAŁBRZYCHA

Powszechnie wiadomo, że głównym źródłem skażenia gleb metalami ciężkimi jest zanieczyszczone powietrze. Wałbrzych należy w Polsce do miast, w których występuje silne zapylenie powietrza [Wójcik 1996]. Jest to spowodowane działalnością przemysłową, szczególnie energetyką cieplną i koksownictwem, w mniejszym stopniu przez środki transportu. Innym poważnym źródłem zanieczyszczenia powietrza w tym mieście jest ogrzewanie piecowe i liczne lokalne kotłownie, występujące powszechnie w najstarszych dzielnicach Wałbrzycha, zlokalizowanych w Kotlinie Wałbrzyskiej. Na obszarze tym znajdują się także liczne hałdy kopalniane oraz osadniki węglowe. Zajmują one łącznie około 265 ha, z czego tylko 80 ha jest zrekultywowane [Wójcik 1993]. W obrębie tych form gromadzone są często żużle hutnicze i popioły z elektrociepłowni, co powoduje rozwój procesów termicznych oraz emisje pyłów i gazów do atmosfery. Wietrzejące skały płonne, a także drobiny pyłu węglowego i popiołów składowanych w osadnikach wynoszone są przez wiatry i osadzone m.in. na terenie ogródków działkowych. Lokalnym źródłem metali ciężkich skażających gleby Wałbrzycha jest popiół węglowy często wysypywany w ogródkach działkowych.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Skażenie metalami ciężkimi gleb Wałbrzycha jest zróżnicowane (tab. 1). Porównując średnią zawartość metali w glebach z lat 1989–1993 z dopuszczalnymi normami, stwierdzono wielokrotne ich przekroczenie. Największe stężenie kadmu zanotowano w Poniatowie, Śródmieściu i Sobięcinie (2,9–3,9 mg/kg suchej masy). Zanieczyszczenie ołowiem gleb Wałbrzycha jest także bardzo wysokie. Wynosi ono od 68 mg/kg s. m. w Gliniku do 160,5 mg/kg s. m. na Gaju, przy zalecanej wartości nietoksycznej do 30 mg/kg s. m. Przestrzenne rozmieszczenie zawartości omawianych metali w glebach jest również zróżnicowane.



RYSUNEK 1. Rozmieszczenie miejsc pobrania prób gleb i roślin do badania zawartości ołowiu i kadmu na tle podziału administracyjnego Wałbrzycha: 1 – zabudowa, 2 – granica miasta, 3 – ważniejsze drogi, 4 – miejsca pobrania próbek gleby i roślin do badania zawartości ołowiu i kadmu; cyfra obok sygnatury (•) oznacza położenie miejsca (p. tab. 1)

FIGURE 1. Distribution of places where the soil and plant samples for investigations the lead and cadmium content were collected against the background of the Wałbrzych city building: 1 – building, 2 – present city border, 3 – main roads, 4 – places where the soil and plant samples were collected; the number beside signature means the localization of the place described in the Table 1

TABELA 1. Zawartość ołowiu i kadmu [mg/kg s. m.] w glebach Wałbrzycha w latach 1989–1993  
 TABLE 1. The content of lead and cadmium [mg/kg of d. m.] in Wałbrzych soils of the period 1989–1993

| Lp. | Punkt pomiarowy – Localization   | Ołów<br>Lead | Kadm<br>Cadmium |
|-----|----------------------------------|--------------|-----------------|
| 1   | Podzamcze                        | 94,3         | 1,82            |
| 2   | Piaskowa Góra, ul. Tysiąclecia   | 157,4        | 2,43            |
| 3   | Piaskowa Góra, ul. Proletariacka | 102,6        | 1,74            |
| 4   | Poniatów, ul. Beskidzka          | 125,0        | 3,95            |
| 5   | Biały Kamień, k. „Polsportu”     | 73,8         | 2,06            |
| 6   | Śródmieście, ul. Reja            | 90,8         | 3,07            |
| 7   | Śródmieście, ul. Moniuszki       | 126,8        | 2,88            |
| 8   | Sobięcin, poniżej KWK „Victoria” | 110,8        | 2,19            |
| 9   | Sobięcin powyżej KWK „Victoria”  | 93,7         | 2,91            |
| 10  | Podgórze, ul. Młynarska          | 139,7        | 2,81            |
| 11  | Podgórze przy koksowni           | 84,6         | 2,51            |
| 12  | Gaj-Osiedle                      | 160,5        | 2,91            |
| 13  | Gaj za Domem Dziecka             | 90,0         | 2,51            |
| 14  | Glinik                           | 68,8         | 1,90            |
|     | Norma dopuszczalna               | 30,0         | 0,30            |

Największe wartości skażenia występują w silnie uprzemysłowionych dzielnicach Wałbrzycha – w Śródmieściu i na Podgórzu, a także na Piaskowej Górze, gdzie zlokalizowana jest duża elektrociepłownia opalana węglem kamiennym. Podczas spalania do atmosfery są emitowane pyły, które zawierają znacznie więcej metali ciężkich niż węgiel, z którego powstały [Adamek 1975; Głowiak, Pacyna 1981; Koniecznyński 1982]. Ponadto w rejonie Piaskowej Góry występują częste wiatry znad miasta, które przynoszą tu znaczne ilości pyłów przemysłowych zawierających m.in. ołów i kadm. Dlatego zarówno lokalne źródła emisji, jak i napływ zapyłonego powietrza z południa sprawiły, że gleby w osiedlu Piaskowa Góra są silnie zanieczyszczone ołowiem i kadmem.

Najmniejsze skażenie gleb omawianymi pierwiastkami występuje w peryferyjnych dzielnicach Wałbrzycha – w Gliniku i na Podzamczu. W Gliniku brak większych źródeł emisji zanieczyszczeń powietrza. Dzielnica ta leży w południowej części miasta, około 100 m wyżej niż silnie uprzemysłowione rejony Wałbrzycha. Przewaga wiatrów z południa i południowego zachodu w tym rejonie [Jońca 1985, Wójcik 1996] oraz wysokie położenie Glinika powodują, że napływ pyłów i gazów przemysłowych nad tę dzielnicę jest zjawiskiem bardzo rzadkim.

Podzamcze położone jest w północnej części Wałbrzycha, już na Pogórzu Wałbrzyskim. Przeważają tam wiatry z północy i północnego zachodu [Jońca 1985]. Wiatry znad uprzemysłowionych rejonów Wałbrzycha są tam bardzo rzadkie, co w konsekwencji powoduje niewielkie skażenie gleb Podzamcza ołowiem i kadmem.

Najczęściej uprawianymi roślinami w wałbrzyskich ogródkach działkowych są: pietruszka, seler i buraki ćwikłowe. Średnie zawartości ołowiu i kadmu w wymienionych warzywach w latach 1989–1993 przedstawiono w tabeli 2.

Z tabeli tej wynika, że stężenie metali ciężkich w selerze, pietruszce i burakach jest zróżnicowane. Zróżnicowanie to występuje zarówno w obrębie tych samych roślin uprawianych w różnych rejonach Wałbrzycha, jak i między różnymi gatunkami roślin pobranych do badań z tego samego punktu kontrolnego.

Największe stężenie kadmu stwierdzono w liściach buraków (3,6 mg/kg s. m.). W pozostałych roślinach było ono znacznie mniejsze i przekraczało nieco 1 mg/kg s. m. Podobną prawidłowość stwierdzono w odniesieniu do zawartości ołowiu, którego nawięcej pobrały i skumulowały liście buraka (do 14,7 mg/kg s. m.). Nieco mniej tego metalu znajdowało się w liściach pietruszki (do 13,2 mg/kg s. m.). Nać selera zawierała mniej ołowiu niż nać pietruszki, zaś najmniej tego pierwiastka występowało w korzeniach selera. Stwierdzono więc, że nawięcej metali ciężkich pobierają i kumulują buraki i pietruszka, znacznie mniej korzeń i nać selera.

Próby roślin do badania zawartości kadmu i ołowiu pobierano z tych samych ogródków, z których pobierano glebę do analiz. Analizowano warzywa uprawiane na działkach we wszystkich większych dzielnicach Wałbrzycha. Dało to podstawę do ustalenia, w których rejonach miasta występuje największe skażenie roślin ołowiem i kadmem.

Stwierdzono ścisły związek między dużą zawartością metali ciężkich w roślinach a odległością ogródków działkowych od najbardziej uciążliwych zakładów przemysłowych Wałbrzycha, emitujących do atmosfery m.in. ołów i kadm. W najbliższym sąsiedztwie Huty Szkła Wałbrzych oraz hałdy odpadów przemysłowych pochodzących z tego zakładu zlokalizowany jest kompleks ogródków działkowych w Piaskowej Górze. Uprawiane tam warzywa są bardzo silnie skażone ołowiem i kadmem (tab. 2). Podobnie wysokie zanieczyszczenie roślin tymi metalami występuje na Podgórzu, w Sobiecinie, Gaju i w Śródmieściu. Dzielnice te leżą w zasięgu oddziaływania emisji z zakładów koksowniczych i elektrociepłowni oraz narażone są na stałe nawiewanie pyłów pochodzących z okolicznych hałd i osadników [Wójcik 1995, 1996]. Szacuje się, że około 60% wszystkich pyłowych zanieczyszczeń w Sobiecinie pochodzi z okolicznych hałd i osadników [Jońca, Kacperkiewicz 1986]. Ponadto w osiedlach tych mieszkania ogrzewane są przeważnie piecami węglowymi, co powoduje znaczną emisję metali ciężkich do atmosfery.

Najmniejsze skażenie warzyw metalami ciężkimi stwierdzono w peryferyjnych dzielnicach Wałbrzycha, położonych z dala od głównych szlaków komunikacyjnych. Najmniej kadmu zawierają rośliny uprawiane na Podzamczu, w Białym Kamieniu i w osiedlu Gaj, zaś ołowiu w Białym Kamieniu, na Podgórzu i w Gliniku (tab. 2). W osiedlach tych brak większych zakładów przemysłowych (z wyjątkiem Podgórza) zanieczyszczających powietrze. Zapylenie atmosfery w tych dzielnicach wiąże się głównie z napływem powietrza znad uprzemysłowionych terenów Wałbrzycha. Dlatego rośliny uprawiane w peryferyjnych rejonach

TABELA 2. Średnia z lat 1989–1993 zawartość ołowiu i kadmu [mg/kg s. m.] w roślinach z wałbrzyskich ogródków działkowych  
 TABLE 2. The average value of lead and cadmium content [mg/kg of d. m.] in plants of Wałbrzych allotments of the period 1989–1993

| Lp. | Kadm – Cadmium                  |                                   |  |  | Ołów – Lead                     |                                   |   |  |
|-----|---------------------------------|-----------------------------------|--|--|---------------------------------|-----------------------------------|---|--|
|     | korzeń selera<br>root of celery | nać selera<br>leaves<br>of celery | nać pietruszki<br>leaves of<br>parsley | liście buraka<br>ćwikłowego<br>leaves of red<br>beet | korzeń selera<br>root of celery | nać selera<br>leaves<br>of celery | nać<br>pietruszki<br>leaves<br>of parsley | liście buraka<br>ćwikłowego<br>leaves of red<br>beet |
| 1   | 0,20                            | 0,75                              | 0,75                                   | 1,20   | 1,33                            | 2,90                              | 4,80                                      | 3,30   |
| 2   | 0,16                            | 0,70                              | 0,80                                   | 1,00   | 2,20                            | 5,70                              | 5,90                                      | 7,60   |
| 3   | 1,15                            | 0,53                              | 0,60                                   | 3,00   | 1,15                            | 1,80                              | 13,10                                     | 5,70   |
| 4   | 1,00                            | 0,90                              | 0,70                                   | 1,70   | 1,00                            | 2,20                              | 3,90                                      | 4,70   |
| 5   | 0,58                            | 0,83                              | 0,51                                   | 0,98   | 0,23                            | 2,60                              | 8,60                                      | 2,10   |
| 6   | 0,22                            | 0,87                              | 0,98                                   | 1,60   | 2,40                            | 5,60                              | 4,70                                      | 6,40   |
| 7   | 0,18                            | 0,70                              | 0,55                                   | 1,05   | 0,80                            | 2,20                              | 6,30                                      | 14,70  |
| 8   | 0,28                            | 0,94                              | 0,83                                   | 1,20   | 0,64                            | 5,20                              | 3,90                                      | 6,00   |
| 9   | 0,25                            | 0,80                              | 0,72                                   | 0,96   | 0,44                            | 4,30                              | 10,40                                     | 12,20  |
| 10  | 0,64                            | 0,86                              | 1,00                                   | 1,80   | 0,93                            | 2,00                              | 10,30                                     | 4,40   |
| 11  | 0,50                            | 1,00                              | 0,77                                   | 3,60   | 0,17                            | 5,50                              | 1,10                                      | 3,40   |
| 12  | 0,49                            | 0,55                              | 1,10                                   | 2,20   | 1,04                            | 2,70                              | 4,80                                      | 4,30   |
| 13  | 0,67                            | 0,81                              | 0,81                                   | 1,60   | 0,85                            | 2,20                              | 3,60                                      | 2,90   |
| 14  | 0,75                            | 1,20                              | 0,57                                   | 2,10   | 0,63                            | 5,00                              | 4,10                                      | 5,70   |

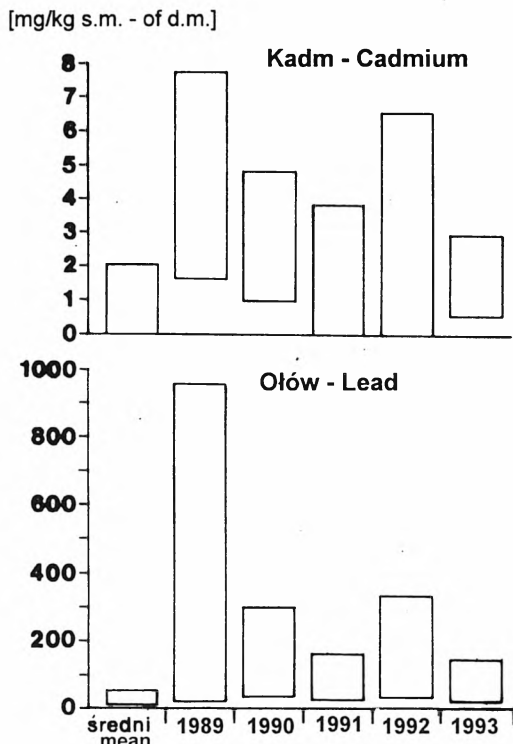
Lokalizacja punktów pomiarowych jak w tabeli 1– Localization as in Table 1.

miasta zawierają także kadm i ołów, lecz w znacznie mniejszych ilościach niż rośliny uprawiane w pobliżu uciążliwych zakładów przemysłowych.

Analizując szczegółowe wyniki badań gleb pobranych z ogródków działkowych Wałbrzycha w latach 1989–1993 [Ocena stanu ...1993, Raport...1994], zestawiono zakresy występowania ołowiu i kadmu oraz porównano je z wartościami najczęściej występującymi w kraju (rys. 2). Z przedstawionego zestawienia wynika, że stężenie badanych metali w 20 cm poziomie gleb Wałbrzycha jest znacznie większe niż w glebach mało uprzemysłowionych rejonów Polski. W latach 1989–1993 zanieczyszczenie gleb ołowiem i kadmem zmniejszało się, lecz nadal jest wysokie i przekracza znacznie wartości najczęściej występujące w kraju (rys. 2).

Analiza szczegółowych wyników badań zawartości kadmu i ołowiu w rozpastrywanych warzywach uprawianych w Wałbrzychu i porównanie tych wartości z najczęściej występującymi w kraju (tab. 3) średnimi stężeniami tych pierwiastków w selerze, pietruszce i burakach wykazała, że średnie stężenie ołowiu i kadmu w warzywach z ogródków wałbrzyjskich jest znacznie większe. W badanych warzywach stwierdzono szczególnie dużo kadmu. W skrajnych wartościach metal ten występuje w liściach buraka w stężeniu dziesięciokrotnie wyższym niż w liściach tego warzywa uprawianego w rejonach Polski o małym zanieczyszczeniu. Pozostałe warzywa zawierają nieco mniej kadmu, a jego stężenie w nich waha się od 0,13 do 3,2 mg/kg s. m. Tak duża amplituda zawartości kadmu wynika z faktu, że metal ten należy do najbardziej mobilnych zarówno w glebie, jak i w roślinach.

Zakresy występowania ołowiu w warzywach uprawianych w Wałbrzychu są szerokie i znacznie wykraczają poza wartości najczęściej spotykane w warzywach



RYSUNEK 2. Zakresy występowania kadmu i ołowiu w glebach Wałbrzycha w porównaniu ze średnią wartością najczęściej występującą w kraju  
 FIGURE 2. Ranges of lead and cadmium content in Wałbrzych soils in comparison with the average values in Polish soils

TABELA 3. Zakresy występowania zawartości [mg/kg s. m.] kadmu i ołowiu w roślinach z wałbrzyskich ogródków działkowych w porównaniu z wartością najczęściej występującą w kraju  
 TABLE 3. Ranges of cadmium and lead contents [mg/kg of d. m.] in plants of Wałbrzych allotments in comparison with the average values in Polish plants

| Wyszczególnienie – Item   | Kadm – Cadmium |      | Ołów – Lead |       |
|---|----------------|------|-------------|-------|
|   | min.           | max. | min.        | max.  |
| Korzeń selera – Root of celery  | 0,13           | 0,95 | 0,17        | 4,30  |
| Nać selera – Leaves of celery   | 0,18           | 1,70 | 0,19        | 13,80 |
| Nać pietruszki – Leaves of parsley  | 0,18           | 3,20 | 0,00        | 46,00 |
| Liście buraka ćwikł. – Leaves of red beet   | 0,15           | 5,50 | 0,17        | 42,50 |
| Średnia wartość najczęściej występująca w kraju – Average values in Polish plants | 0,10           | 0,55 | 2,00        | 10,00 |

krajowych. Największe zróżnicowanie zawartości tego metalu stwierdzono w naci pietruszki. Niektóre próby zawierały bowiem aż 4,6 mg ołowiu w kg suchej masy, co przekraczało 4,5 raza górną granicę zawartości ołowiu w tych roślinach uprawianych w mało zanieczyszczonych rejonach Polski. Najmniej ołowiu stwierdzono w korzeniach selera (0,17–4,3 mg/kg s. m.), nieco więcej w jego naci (0,19–13,8 mg/kg s. m.).

## DYSKUSJA

Kompleksy działkowe, z których pobierano próbki gleb i roślin, znajdują się w dwóch strefach: silnie uprzemysłowionej i osiedlowej. W obu strefach powietrze jest zanieczyszczone pyłami zawierającymi metale ciężkie, przy czym stężenie tych zanieczyszczeń jest znacznie większe w pierwszej strefie niż w drugiej [Wójcik 1996]. Przestrzennie zróżnicowanie zanieczyszczenia powietrza w Wałbrzychu jest główną przyczyną różnic w skażeniu gleb ołowiem i kadmem w tym mieście. Położenie badanych gleb i uprawianych tam warzyw z dala od głównych szlaków komunikacyjnych oraz wyraźna strefowość skażenia gleb upoważniają do stwierdzenia, że głównym źródłem zanieczyszczenia ich metalami ciężkimi jest przemysł, a nie środki transportu.

Toksyczność metali ciężkich zarówno dla środowiska glebowego, jak i dla roślin zależy nie tylko od ich całkowitej zawartości w glebie, lecz także od form, w jakich występują, zdeterminowanych właściwościami samej gleby. Sadownikowa i Zyrin [1985] podają, że gleby o ciężkim i średnim składzie granulometrycznym oraz o odczynie obojętnym lub lekko kwaśnym znacznie skuteczniej opierają się presji zanieczyszczeń niż gleby o lekkim składzie granulometrycznym i małej zawartości substancji organicznej. Podobny pogląd reprezentuje Siuta [1976], który zdolność gleby do przeciwstawiania się negatywnym skutkom oddziaływania zanieczyszczeń nazywa „odpornością na degradację”



W Wałbrzychu dominują gleby o odczynie obojętnym i lekko kwaśnym (5,6-7,2 pH w KCl) [Raport... 1994]. Ten zakres pH gleby uważany jest za istotny czynnik ograniczający rozpuszczalność metali ciężkich, a tym samym zwiększający ich toksyczność [Herms, Brummer 1980, Sadiq 1981]. Wobec tego gleby Wałbrzycha należy uznać za odporne na degradację, co jednak nie zmienia faktu, że zawierają one bardzo dużo ołowiu i kadmu.

Podsumowując stwierdzono, że gleby Wałbrzycha od dłuższego czasu poddawane są silnej antropopresji. Przemysł tego miasta emituje do atmosfery znaczne ilości pyłów, co w konsekwencji przyczynia się m.in. do skażenia gleb i rosnących tam roślin metalami ciężkimi. Jednocześnie duże stężenie pyłów przemysłowych w powietrzu powoduje, że wierzchnie poziomy gleb wzbogacane są w węgiel pochodzenia antropogenicznego. Wobec tego industrializacja jest przyczyną powodującą skażenia gleb metalami ciężkimi.

Zanieczyszczanie powietrza nad Wałbrzychem przez przemysł [Wójcik 1995, 1996] sprawia, że możliwości ograniczenia skażenia gleb i uprawianych tam roślin ołowiem i kadmem są obecnie znikome. Proces oczyszczania gleb z metali toksycznych ma charakter naturalny i trwa wiele lat. Dlatego też istotnym zadaniem w ochronie gleb przed nadmiernym skażeniem jest dbanie o właściwy stan powietrza.

Zanieczyszczenie atmosfery nad Wałbrzychem to obecnie poważny problem ekologiczny [Jońca 1985; Wójcik 1995, 1996]. W celu poprawy istniejącej sytuacji konieczne jest przeniesienie lub likwidacja najbardziej uciążliwych zakładów przemysłowych, co zostało rozpoczęte w minionych czterech latach, a wymuszone sytuacją ekonomiczną. W zakładach kontynuujących produkcję powinny być zainstalowane sprawniejsze urządzenia do redukcji zanieczyszczeń, zaś proces rekultywacji hałd i osadników, będących poważnym źródłem zapylenia powietrza, nie może czekać aż do 2010 roku, jak przewidują to plany zagospodarowania terenów poprzemysłowych Wałbrzycha. Powinno być także zlikwidowane ogrzewanie piecowe mieszkań oraz liczne lokalne kotłownie. Zastąpić je mogą piece gazowe, których eksploatacja jest mniej szkodliwa dla środowiska. Działania te nie zmniejszą od razu skażenia gleb metalami ciężkimi, lecz na pewno zahamują proces kumulacji substancji toksycznych oraz przyczynią się do powolnej, naturalnej odnowy biologicznej gleb w tym rejonie.

## WNIOSKI

1. Skażenie ołowiem i kadmem gleb wałbrzyskich ogródków działkowych i uprawianych tam roślin wykazuje duże zróżnicowanie przestrzenne. Największą zawartość tych metali stwierdzono w silnie uprzemysłowionych dzielnicach tego miasta. Wartości stężeń znacznie przekraczały normy dopuszczalne, a także średnie zanieczyszczenie gleb ołowiem i kadmem w mało uprzemysłowionych rejonach Polski.

2. Położenie gleb, w których zanotowano wysokie stężenie ołowiu i kadmu, z dala od szlaków komunikacyjnych wskazuje, że głównym źródłem zanieczyszczenia ich oraz uprawianych tam roślin jest przemysł.
3. Większość gleb Wałbrzycha odznacza się „odpornością na degradację”. Wynika to z ich obojętnego lub lekko kwaśnego odczynu, co spowodowane jest m.in. działalnością przemysłową.

## LITERATURA

- ADAMEK E., 1975: Wpływ składowisk odpadów elektrownianych na śródlądowe wody powierzchniowe i podziemne. Energopomiar dla ochrony naturalnego środowiska. Gliwice: 61–64.
- CZARNOWSKA K., 1980: Akumulacja metali ciężkich w glebach, roślinach i niektórych zwierzętach na terenie Warszawy. *Rocz. Glebozn.* **31**,1: 77–115.
- CZARNOWSKA K., 1994: Akumulacja niektórych metali ciężkich w glebach uprawnych i liściach selera w pobliżu dróg wylotowych z Warszawy. *Rocz. Glebozn.* **45**, 3/4: 65–74.
- CZARNOWSKA K., GWOREK B., 1991: Stan zanieczyszczenia cynkiem, ołowiem i miedzią gleb Warszawy. *Rocz. Glebozn.* **42**, 1/2: 49–56.
- FIGURA J., 1989: Zarys monograficzny miasta Wałbrzycha. (maszynopis), Instytut Geograficzny Uniwersytetu Wrocławskiego. Wrocław.
- GŁOWIAK B.J., PACYNA J.M., 1981: Obieg metali śladowych w procesie spalania węgla w elektrowniach. *Ochrona Powietrza* **1**: 16–21.
- HAVRE G.N., UNDEVALD B., 1976: Lead contamination of vegetation grown close to roads. *Acta Agric. Scand.* **26**: 18–24.
- HERMS U., BRUMMER G., 1980: Einfluss der Bodenreaktion auf Löslichkeit und tolerierbare Gesamtgehalte an Nickel, Kupfer, Zink, Cadmium und Blei in Boden und Kompostierten Siedlungsabfällen. *Landwirtsch. Forschung* **33**: 408–423.
- JOŃCA E., 1985: Geograficzno-przyrodnicze warunki rozwoju i zagadnienie ochrony środowiska miasta Wałbrzycha. *Przegl. Geogr.* **57**: 73–92.
- JOŃCA E., KACPERKIEWICZ L., 1986: Wybrane problemy ochrony środowiska Wałbrzycha. *Kronika Wałbrzyska* 5–41.
- KONIECZYŃSKI J., 1982: Skuteczność pracy elektrofiltrów a emisja metali śladowych w spaliniach elektrowni węglowych. *Ochrona Powietrza* **1–3**: 7–14.
- KUKIER U., 1985: Stan zanieczyszczenia metalami ciężkimi wierzchniej warstwy gleb Lubina. *Ann. UMCS, sec. B* **40**: 219–228.
- Ocena stanu środowiska naturalnego w województwie wałbrzyskim w latach 1989–1992. Urząd Wojewódzki w Wałbrzychu. Wałbrzych 1993.
- Raport o stanie środowiska w województwie wałbrzyskim w 1993 roku. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Wałbrzychu. Wałbrzych 1994.
- ROSZYK E., ROSZYKOWA S., 1975: Ołów w glebach i roślinach w pobliżu dróg na terenie Wrocławia. *Rocz. Glebozn.*, **26**,1: 177–182.
- SADIQ M., 1981: The adsorption characteristics of soil and sorption of copper, and manganese and zinc. *Comm. Soil Sci. Plant. Anal.* **12**: 619–630.
- SADOVNIKOVA Ł., ZYRIN N., 1985: Pokazатели zagiaznienija poczw tiazołymi mietałłami i niemietałłami w poczwienno-chemiczeskom monitoringie. *Poczwowiedienie* **10**: 80–89.
- SIUTA J., 1976: Komentarz do Mapy odporności gleb na degradację. Inst. Kształt. Środow., Warszawa.
- WÓJCİK J., 1993: Przeobrażenia ukształtowania powierzchni ziemi pod wpływem górnictwa w rejonie Wałbrzycha. *Studia Geogr.* **59**, 1557: 3–145.
- WÓJCİK J., 1995: Oddziaływanie form antropogenicznych powstałych pod wpływem górnictwa na środowisko przyrodnicze w Zagłębiu Wałbrzyskim. *Przeg. Geogr.* **68**, 1–2: 55–70.
- WÓJCİK J., 1996: Zapylenie powietrza atmosferycznego w Wałbrzychu w latach 1970–1994. *Ochrona powietrza i problemy odpadów* **25**, 6(176): 195–199.

J. Wójcik

## LEAD AND CADMIUM IN SOILS AND PLANTS OF ALLOMENTS IN WAŁBRZYCH

Geographic Institute of the Wrocław University

### SUMMARY

The paper presents contamination with lead and cadmium of soils and vegetable grown in Wałbrzych. It was found that the spatial concentration of lead and cadmium is differentiated both in soils and in plants. The greatest concentration was recorded in the industrialized districts of Wałbrzych and it exceeded the maximum permissible levels. Average concentration of lead and cadmium in Wałbrzych in the period 1989–1993 was much higher than in unindustrialized parts of Poland. Contamination of soils is directly caused by the industry and coal heating, and not by transportation. The permanent pollution of the atmosphere caused not only contamination of soils, but also it brought about alkalization of soils. Heavy metals cannot easily dissolve in alkalized soils, so the devastated soils are more resistant to contamination. The Wałbrzych soils are admitted as „proof against pollution”.

*Praca wpłynęła do redakcji w styczniu 1996 r.*

*Dr Jan Wójcik  
Instytut Geograficzny Uniwersytetu Wrocławskiego  
50-137 Wrocław, Pl. Uniwersytecki 1*

