HALINA KOWALSKA-PYŁKA, ANDRZEJ KOT[1], *JANUSZ WIERCIŃSKI*[2], *KRYSTYNA KURSA, GRAŻYNA WAŁKUSKA, WOJCIECH CYBULSKI*

ZAWARTOŚĆ OŁOWIU, KADMU, MIEDZI I CYNKU W WARZYWACH, OWOCACH AGRESTU ORAZ GLEBIE OGRODÓW DZIAŁKOWYCH LUBLINA

LEAD, CADMIUM, COPPER AND ZINC CONTENT IN VEGETABLES, GOOSEBERRY FRUITS AND SOILS FROM GARDENING PLOTS OF LUBLIN

Z Katedry Toksykologii i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej w Lublinie
Kierownik: prof. dr hab. *H. Kowalska-Pyłka*
[1] Z Katedry Bromatologii Akademii Medycznej w Lublinie
Kierownik: prof. dr hab. *R. Buliński*
[2] Z Zakładu Instrumentalnej Analizy Żywności Akademii Rolniczej w Lublinie
Kierownik: prof. dr hab. *J. Wierciński*

Metodą ASA oznaczono stężenie ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w 8 gatunkach warzyw, owocach agrestu i glebach z ogrodów działkowych Lublina – „Pionier" i „Podzamcze". Analiza statystyczna uzyskanych wyników uwzględniała odległość pobrania próbek od jezdni oraz gatunek warzyw.

Produkty roślinne mają poważny udział w żywieniu ludzi, a znaczny procent warzyw i owoców spożywanych przez ludność miejską pochodzi z ogrodów działkowych.

Ogrody działkowe Lublina, lokalizowane początkowo na peryferiach miasta, w znacznej odległości od głównych tras o nasilonym ruchu samochodowym i zakładów przemysłowych, w miarę jego rozbudowy znalazły się w centrum i zasięgu oddziaływań źródeł emisji różnych substancji w tym m.in. metali ciężkich. Największe zagrożenie spośród metali stanowią ołów i kadm. Obecność tych pierwiastków w środowisku i żywności wiąże się z etiologią wielu chorób i jest bezpośrednim zagrożeniem dla populacji ludzkiej, a przede wszystkim dla dzieci. Wspólną cechą wymienionych metali jest zdolność do kumulacji w organizmie, a długi czas biologicznego półtrwania powoduje chroniczną toksyczność [9, 10, 15]. Ponadto znaczne nagromadzenie ołowiu i kadmu w pożywieniu wpływa antagonistycznie na przyswajalność z niego innych niezbędnych pierwiastków dla organizmu, między innymi cynku, miedzi i żelaza i w ten sposób zaburza metabolizm organizmu człowieka regulowany ich udziałem [7].

Metale ciężkie przenikają do roślin zarówno z gleby, drogą korzeniową, jak i z pyłu atmosferycznego. Pobieranie z podłoża jest procesem złożonym i zależy od jego składu, odczynu, formy chemicznej pierwiastka, gatunku rośliny, warunków atmosferycznych itp. Pobrane metale rośliny zatrzymują głównie w korzeniach.

Podobnie jak korzenie, naturalną ochroną roślin przed metalami zawartymi w pyle atmosferycznym opadającym na powierzchnię blaszek liściowych stanowi kutikula woskowa. Jednakże część tych metali zatrzymana na blaszkach liściowych przenika do głębszych tkanek w roślinie i podlega transportowi do korzeni [7]. Mimo wymienionego biochemicznego systemu unieruchamiania pierwiastków, ciągła emisja metali z różnych źródeł, także przez stosowanie nawozów zawierających metale ciężkie, powoduje stały wzrost ich poziomu w glebie i przechodzenie do roślin w większych stężeniach [5, 6, 7, 14, 17]. W przypadku ołowiu i kadmu niebezpieczeństwo pobierania ich z gleby trwa nawet po usunięciu źródeł zanieczyszczeń, ponieważ obydwa pierwiastki cechują się bardzo dużą trwałością w środowisku. Rośliny wyższe mogą kumulować te pierwiastki i utrzymywać się przy życiu bardzo często bez jakichkolwiek symptomów chorobowych, natomiast podwyższone stężenie metali w roślinie wywiera negatywny skutek na ich konsumentów.

Lublin nie należy do miast nadmiernie zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Jednakże postępująca urbanizacja niesie za sobą szereg negatywnych skutków w stosunku do szeroko pojętego środowiska miejskiego. Z wielu opracowań wynika, że groźnym zjawiskiem obserwowanym na terenach urbanizowanych jest gromadzenie się w glebie i roślinach metali ciężkich, niekiedy w stężeniach alarmująco wysokich [7]. W związku z tym poważny problem stanowią ogrody działkowe znajdujące się w aglomeracjach miejskich w pobliżu ruchliwych szlaków komunikacyjnych i zakładów emitujących do atmosfery pyły przemysłowe.

Lublin posiada 43 ogrody działkowe o powierzchni 412 ha, w których uprawia się głównie warzywa i w mniejszym stopniu owoce. Wydawało się więc celowe zbadanie, w płodach pochodzących z tych ogrodów, zawartości metali: ołowiu, kadmu, miedzi i cynku. O wyborze oznaczania wyżej wymienionych pierwiastków zadecydowała nie tylko ich toksyczność lecz także możliwość wzajemnego oddziaływania przy pobieraniu ich z gleby, w wyniku czego może dochodzić do nadmiernego nagromadzenia lub deficytu w roślinach miedzi i cynku, pierwiastków koniecznych dla organizmu ludzkiego.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiał do badań stanowiły gleby i warzywa – szczypior, sałata, koper, kapusta, buraki ćwikłowe, części nadziemne i korzeń pora, marchew, pietruszka oraz porównawczo owoce agrestu. Próbki pobierane były w 1993 roku z ogrodów działkowych Lublina: „Podzamcze" (Al. Unii Lubelskiej) i „Pionier" (ul. Mełgiewska), położonych wzdłuż ruchliwych arterii komunikacyjnych, a ogród „Pionier" – dodatkowo w bezpośrednim sąsiedztwie Fabryki Samochodów*.

Warzywa i agrest zbierano w okresie pełnej dojrzałości wegetacyjnej. O wyborze warzyw zadecydowała powszechność uprawiania, jak i ich wybiórcza zdolność kumulowania niektórych metali, przede wszystkim – ołowiu i kadmu. Próbki agrestu i warzyw pochodziły z działek leżących w odległości 30 m i 150 m od tras komunikacyjnych. W celu zmniejszenia błędu oznaczeń i potrzebę przeprowadzenia analizy statystycznej wyników uzyskanych dla każdego gatunku warzyw, z każdej strefy odległościowej pobrano po 20 próbek jednostkowych (z wyjątkiem kapusty – 16 próbek i buraków ćwikłowych – 19 próbek). Łącznie zebrano i poddano analizie 356 próbek warzyw i agrestu.

* Pani mgr *Marii Grabowskiej* z Wojewódzkiego Zarządu Polskiego Związku Działkami w Lublinie autorzy składają podziękowanie za pomoc w pozyskaniu próbek do badań.

Badane próbki warzyw dokładnie myto pod bieżącą wodą, części podziemne obierano aby odtworzyć zwyczajowy sposób postępowania z warzywami przed spożyciem. Tak przygotowany materiał rozdrobniano, a następnie suszono początkowo w temp. 60°C, a następnie w temp. 105°C do stałej wagi. Do analizy odważano 1 g suchej masy próbki i po dodaniu mieszaniny stężonych, spektralnie czystych kwasów: azotowego (4,5 cm^3) i nadchlorowego (0,5 cm^3), poddawano mineralizacji w bloku aluminiowym *Digestion System 20* (TECATOR).

Uzyskane mineralizaty przenoszono ilościowo do kolebek miarowych poj. 50 cm^3 i uzupełniano wodą dejonizowaną do kreski. Bezpośrednio z roztworów mineralizatów oznaczano miedź i cynk. Jony ołowiu i kadmu przeprowadzano natomiast w kompleksy z pirolidyno-ditiokarbaminianem amonu (APDC) i ekstrahowano metylo-izobutyloketonem (MIBK) wg postępowania podanego przez *Yeagera i wsp.* [19]. Oznaczenia pierwiastków prowadzono przy pomocy spektrofotometru absorpcji atomowej AAS-3 (prod. *C. Zeiss* – Jena).

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej testem *t-Studenta*, $p \leqslant 0{,}05$. Wyliczono również współczynnik korelacji między poszczególnymi strefami odległościowymi w obrębie stężeń danych pierwiastków – oraz współczynnik korelacji pomiędzy stężeniem poszczególnych pierwiastków w obrębie danej strefy.

Próbki gleb, na której uprawiane były warzywa pobierano z głębokości 0–5 cm, pakowano do woreczków foliowych i suszono w temp. 100°C do otrzymania powietrznie suchej masy. Z tak przygotowanych gleb pobierano 2 g próbki i poddawano ekstrakcji z 20 cm^3 20% HCl pod chłodnicą zwrotną przez 30 min, wg procedury podanej przez *Sapka* [12, 13]. Przesączony ekstrakt przenoszono do kolby miarowej poj. 100 cm^3 i uzupełniano wodą dejonizowaną do kreski. Oznaczenia metali w otrzymanych ekstraktach glebowych prowadzono wg tej samej metodyki, jak w przypadku mineralizatów warzyw.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Uzyskane wyniki, jako średnie wartości stężeń metali w owocach agrestu i warzywach z ogrodów działkowych „Pionier" i „Podzamcze", podano w tabelach I i II. Tabela III i IV zawiera zestawienie wartości stężeń metali w glebie, na której te warzywa uprawiano.

W próbkach warzyw pochodzących z ogrodu „Pionier" średnie zawartości ołowiu wahały się od 0,095 do 0,567 mg/kg świeżej masy produktu. Najwyższe poziomy tego pierwiastka stwierdzono w koprze – średnio od 0,436 do 0,567 mg/kg, nieco niższe w sałacie – średnio 0,115 mg/kg i szczypiorze od 0,095 do 0,181 mg/kg.

Średnia zawartość kadmu w warzywach mieściła się w zakresie od 0,006 do 0,067 mg/kg produktu. Najniższe stężenie tego pierwiastka stwierdzono w szczypiorze (0,006–0,007 mg/kg), natomiast w koprze i sałacie – zawartość kadmu znajdowała się w przedziale od 0,014 do 0,067 mg/kg.

W warzywach pochodzących z ogrodu „Podzamcze" średnia zawartość ołowiu oscylowała w granicach od 0,052 do 0,546 mg/kg. Najwyższy poziom tego metalu stwierdzono w korzeniu pietruszki (0,235–0,546 mg/kg) i części nadziemnej pora (0,158–0,377 mg/kg), najniższą – w kapuście (0,059–0,072 mg/kg). Poziom kadmu, z wyjątkiem próbek marchwi i korzenia pora, był rzędu tysięcznych części mg/kg produktu.

W owocach agrestu stężenie omawianych metali wahało się w przedziale setnych części mg dla ołowiu i tysięcznych części mg dla kadmu, liczonych na kg świeżej masy próbki. Nie publikowane dotychczas, wcześniejsze wyniki naszych badań zawartości ołowiu i kadmu w różnych gatunkach owoców, pochodzących z ogrodu „Pionier", wykazały stosunkowo niską zawartość tych metali w porównaniu do warzyw. Wyniki

te potwierdzają dane piśmiennictwa o porównawczo małej kumulacji obu pierwiastków w owocach [8, 18].

Średnia zawartość miedzi i cynku w przebadanych warzywach z ogrodu „Pionier" wahała się w granicach: dla miedzi od 0,28 do 0,86 mg/kg, dla cynku od 2,28 do 7,86 mg/kg świeżej masy produktu. Średnie stężenie miedzi w warzywach ogrodu „Podzamcze" mieściło się w zakresie od 0,37 do 2,84 mg/kg, a średnia zawartość cynku – od 4,25 do 13,60 mg/kg świeżych warzyw. Najmniejsze stężenie tego pierwiastka stwierdzono w marchwi (4,25–5,27 mg/kg), najwyższe w burakach (8,54–13,60 mg/kg).

Stosunkowo niską zawartość miedzi i cynku stwierdzono w owocach agrestu pobranych z ogrodu „Pionier", mieściła się ona w granicach od 0,18 do 0,47 mg/kg dla miedzi i od 0,94 do 1,05 mg/kg próbek dla cynku.

Tabela 1. Zawartość ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w owocach agrestu oraz warzywach z ogrodu działkowego „Pioner" (mg/kg świeżej masy).
Lead, cadmium, copper and zinc content in gooseberry fruits and vegetables from gardening plot „Pionier" (mg/kg of fresh mass).

Roślina	Miesiąc pobrania	Odległość od drogi (metry)		Zawartość (mg/kg)			
				Ołów	Kadm	Miedź	Cynk
agrest	VII	30	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	<0,015	<0,015	0,47[a]	0,94
			s	–	–	0,14	0,52
		150	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	<0,015	<0,001	0,18[b]	1,05
			s	–	–	0,11	0,56
szczypior	VI	30	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,181[a]	0,007	0,67	2,52
			s	0,038	0,011	0,11	0,62
		150	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,095	0,006	0,81	3,29
			s	0,031	0,004	0,28	1,72
sałata	VI	30	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,115	0,016	0,57[a]	2,29
			s	0,025	0,010	0,05	0,66
		150	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,115	0,014	0,28[b]	2,28
			s	0,026	0,006	0,14	0,33
koper	VI	30	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,567[a]	0,047	0,86	7,86
			s	0,122	0,018	0,17	1,21
		150	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,436	0,067	0,80	7,57
			s	0,075	0,030	0,24	1,69

W tabeli średnie wartości stężeń dotyczące odległości od drogi, oznaczone różnymi literami, różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$, n – liczba pomiarów, $\bar{x}$ – średnia, s – odchylenie standardowe.

Tabela II. Zawartość ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w warzywach z ogrodu działkowego „Podzamcze" (w mg/kg świeżej masy).
Lead, cadmium, coper and zinc content in vegetables from gardening plot „Podzamcze" (mg/kg of fresh mass).

Roślina	Miesiąc pobrania	Odległość od drogi (metry)		Zawartość (mg/kg)			
				Ołów	Kadm	Miedź	Cynk
kapusta	IX	30	n	16	16	16	16
			$\bar{x}$	0,059	0,003	0,37	4,79
			s	0,013	0,002	0,11	1,65
		150	n	16	16	16	16
			$\bar{x}$	0,072	0,001	0,42	4,36
			s	0,035	0,001	0,19	1,80
pory – cz. nadziemna	X	30	n	19	19	19	19
			$\bar{x}$	0,264	0,005	1,15^a	8,54^a
			s	0,149	0,003	0,59	3,01
		150	n	19	19	19	19
			$\bar{x}$	0,211	0,008	1,94^b	13,60
			s	0,058	0,007	0,39	3,91
pory – korzeń	X	30	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,158^a	0,006	0,91^a	6,80
			s	0,092	0,006	0,52	3,84
		150	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,337^b	0,003	0,54^{bb}	7,52
			s	0,152	0,005	0,31	1,77
koper	X	30	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,052^a	0,012^a	1,17	10,04
			s	0,077	0,018	0,54	3,86
		150	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,276^b	0,004^b	1,16	12,29
			s	0,163	0,004	0,71	4,08
marchew	X	30	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,185^a	0,008	0,53	4,25
			s	0,041	0,017	0,37	1,07
		150	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,113^b	0,017	0,70	5,27
			s	0,054	0,022	0,31	2,21
pietruszka – korzeń	X	30	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,546^a	0,002	2,84	9,07
			s	0,562	0,004	0,63	2,29
		150	n	20	20	20	20
			$\bar{x}$	0,235^b	0,009	2,24	9,27
			s	0,053	0,016	0,72	1,74

W tabeli średnie wartości stężeń dotyczące odległości od drogi, oznaczone różnymi literami, różnią się istotnie przy $p \leqslant 0,05$, n – liczba próbek, $\bar{x}$ – średnia, s – odchylenie standardowe.

Tabela III. Zawartość ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w glebach ogrodu działkowego „Pionier" (w mg/kg powietrznie suchej masy). Lead, cadmium, copper and zinc content in soils from gardening plot „Pionier" (mg/kg of aerial dry mass).

Nr próbki gleby*	Zawartość (mg/kg)			
	Ołów	Kadm	Miedź	Cynk
1.	20,0	1,00	5,70	60,0
2.	18,0	0,80	5,12	52,0
3.	24,0	0,90	8,70	68,0
4.	36,0	5,00	10,00	42,0
5.	21,0	2,40	9,30	50,0
6.	15,0	0,90	5,10	44,0
7.	21,0	0,98	5,50	60,0
8.	21,0	0,85	6,00	68,0
9.	20,0	0,90	5,10	40,0
10.	25,0	1,20	5,40	68,0
11.	25,0	1,50	5,12	60,0
12.	17,0	1,23	7,40	52,0
13.	27,0	0,98	7,40	68,0
14.	18,0	2,04	9,80	65,0
15.	17,8	1,92	6,80	48,0
16.	19,8	1,15	5,00	50,0
17.	21,5	0,98	7,40	42,0
18.	19,2	1,43	6,80	40,0
19.	28,0	1,15	9,80	44,0
20.	31,0	1,02	14,40	60,0
Zakres	15,0–36,0	0,80–5,00	5,00–14,40	40,0–68,0
$\bar{x}$	22,15	1,42	7,3	54,0
s	5,1	0,92	2,3	10,0

Objaśnienie: $\bar{x}$ – średnia, s – odchylenie standardowe
* glebę pobierano z warstwy 0–5 cm

W większości przypadków ogrodu działkowego „Pionier" stwierdzono wyższe stężenia badanych pierwiastków w próbkach warzyw rosnących w odległości 30 m od jezdni, w porównaniu z próbkami tych samych warzyw pobieranymi w odległości 150 m od ruchu kołowego. W warzywach pochodzących z ogrodu „Podzamcze" nie obserwowano już takiej zależności.

Porównując wyniki przeprowadzonych badań z obowiązującymi normami dla warzyw, stwierdzić należy, że większość warzyw uprawianych w ogrodach działkowych „Pionier" i „Podzamcze" wykazywała niższą zawartość badanych pierwiastków niż dopuszczalne stężenie przyjęte w Zarządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 1993 r. [21]. Niewielkie przekroczenie dopuszczalnej zawartości cynku wykazano jedynie w burakach i korzeniu pora. Górną granicę – w przypadku ołowiu – osiągnęły próbki korzenia pietruszki i kopru.

Dane z ostatnich lat dotyczące badań warzyw z ogrodów działkowych różnych regionów Polski wykazały, że w rejonach narażonych na oddziaływanie emisji prze-

Tabela IV. Zawartość ołowiu, kadmu, miedzi i cynku w glebach ogrodu działkowego „Podzamcze" (w mg/kg powietrznie suchej masy).
Lead, cadmium, copper and zinc content in soils from gardening plot „Podzamcze" (mg/kg aerial dry mass).

Nr próbki gleby*	Odległość od drogi (metry)	Zawartość (mg/kg)			
		Ołów	Kadm	Miedź	Cynk
1.	30	73,0	0,72	28,0	112,0
2.		107,0	0,80	55,0	148,0
3.		82,5	4,0	40,0	152,0
4.		92,0	0,74	58,0	156,0
5.		106,0	2,6	64,0	148,0
6.		50,0	3,5	19,0	154,0
7.		71,0	1,34	46,0	240,0
8.		82,0	2,60	40,0	180,0
9.		50,0	1,32	32,0	240,0
10.		74,0	0,64	60,0	253,0
Zakres		50,0–107,0	0,64–3,5	19,0–64,0	112,0–253,0
	$\bar{x}$	78,75	1,82	44,2	178,4
	s	18,73	1,18	14,2	46,2
11.	150	91,0	0,74	44,0	150,0
12.		75,0	0,80	43,0	132,0
13.		77,0	1,08	30,0	190,0
14.		73,0	1,15	39,0	116,0
15.		52,0	0,84	18,0	148,0
16.		105,0	1,04	40,0	244,0
17.		45,0	1,00	18,4	148,0
18.		104,0	1,00	20,0	220,0
19.		77,0	1,34	42,0	190,0
20.		91,0	1,70	29,0	132,0
Zakres		45,0–105,0	0,74–1,70	18,0–44,0	116,0–244,0
	$\bar{x}$	79,0	1,06	31,3	177,0
	s	18,8	0,26	9,9	45,0

Objaśnienia: $\bar{x}$ – średnia, s – odchylenie standardowe
* glebę pobierano z warstwy 0–5 cm

myslowych zawartości badanych pierwiastków w warzywach są w wielu przypadkach bliskie maksymalnych dopuszczalnych zawartości, a na terenach ekologicznie zagrożonych – wielokrotnie je przekraczają [8, 4, 20, 22, 23].

Otrzymane wyniki badań gleby wskazują, że średnia zawartość ołowiu w próbkach gleb z ogrodu „Pionier" wynosiła 22,15 mg/kg pow. s.m. Znacznie wyższe zawartości tego pierwiastka stwierdzono w glebie ogrodu działkowego „Podzamcze" – średnio 78,88 mg/kg pow. s.m.

Nie wykazano istotnych różnic w zawartości ołowiu w glebie obu ogrodów w zależności od odległości stanowisk pobrania próbek od jezdni.

Za naturalny zakres zawartości ołowiu w glebie w Polsce przyjmuje się 20–25 mg/kg [7]. Wyniki otrzymane dla gleb ogrodu „Podzamcze" należy uznać za wysokie. Dane

z 1992 roku [3], obejmujące badania gleb z różnych dzielnic Lublina (zieleńce, ogródki przydomowe), w których zawartość ołowiu sięgała 200 mg/kg masy próbek, są zbliżone do wyników uzyskanych dla próbek gleb z ogrodu działkowego „Podzamcze". Podobne stężenia ołowiu w próbkach gleb pobieranych ze strefy oddziaływań huty cynku wykazali *Turski* i *Baran* [16]. W badaniach przeprowadzonych na terenie Warszawy *Czarnowska* [1] stwierdziła średnio 551 mg ołowiu na kg próbki gleby, a w badaniach w Łodzi – od 40 do 209 mg/kg próbek gleb pobieranych z przyulicznych zieleńców. W ogrodach działkowych Katowic i Bytomia [11] stwierdzono od 530 do 890 mg/kg gleby.

Zawartości ołowiu określone w glebach przebadanych ogrodów działkowych Lublina „Pionier" i „Podzamcze" są od kilku do kilkunastokrotnie niższe od stężeń tego metalu oznaczanych w glebach ogrodów działkowych Katowic i Bytomia [11].

Zawartość kadmu w glebach ogrodów działkowych „Pionier" i „Podzamcze" wahała się od 0,64 do 5,0 mg/kg prób. Średnie wartości stężeń tego pierwiastka wynosiły 1,42 mg/kg (ogród „Pionier") i 1,06 do 1,82 mg/kg w dwu strefach odległościowych ogrodu „Podzamcze". W przypadku ogrodu działkowego „Podzamcze" stwierdzono zależność między stężeniem kadmu w glebie a odległością miejsc pobrania próbek od jezdni. Gleby położone w bliższej odległości od jezdni zawierały więcej kadmu w porównaniu do próbek gleb pobieranych z odległości 150 m.

Biorąc pod uwagę zawartość kadmu w powierzchniowych warstwach gleb Polski i dopuszczalnych wartości jego stężeń w glebach użytkowanych rolniczo, wyniki uzyskane dla tego pierwiastka w tej pracy należy uznać za podwyższone. Jest to groźne z tego powodu, że kadm jest metalem ruchliwym, dość łatwo przenika do roślin, zwłaszcza w przypadku gleb zakwaszonych.

Przeciętna zawartość miedzi w przebadanych glebach wynosiła od 7,3 („Pionier") do 44,2 mg/kg próbek („Podzamcze"). Zbliżone wartości stężeń miedzi w glebach stwierdzali *Turski* i *Baran* (16) oraz *Dembiczak* [3].

Podobnie jak w przypadku ołowiu i kadmu, najwyższą średnią zawartość miedzi w glebie wykryto w ogrodzie „Podzamcze". Zawartość ta jest nieco wyższa od 20 mg/kg gleby – tj. średniej przyjętej przez *Kabatę-Pendias* oraz *Umińską* [7, 17] dla obszarów zanieczyszczonych tym metalem.

Stężenie cynku w glebach badanych ogrodów wynosiło od 54,0 do 178,4 mg/kg. Najwyższe średnie wartości stwierdzono w ogrodzie „Podzamcze" (178,4 mg/kg). Wartości te są kilkakrotnie wyższe od zawartości cynku w glebach pochodzących z obszarów nie zanieczyszczonych, wyższe od wyników podanych dla gleb przebadanych przez *Turskiego* i wsp. [16].

Jak wynika z przeprowadzonych oznaczeń, w glebach ogrodu "Podzamcze" wykazano wyższe stężenie oznaczanych metali w porównaniu do ogrodu „Pionier". W przypadku kadmu i ołowiu stężenia te przekraczały wartości uznane za dopuszczalne dla gleb użytkowanych rolniczo. Stężenie kadmu w warzywach obu ogrodów nie przekraczało dopuszczalnej zawartości. W przypadku ołowiu, tylko w koprze i korzeniu pietruszki stężenie tego pierwiastka osięgnęło górne wartości graniczne.

Dalenberg, van Driel [2] ustalił przy pomocy radioaktywnego Pb-210, że udział ołowiu pochodzenia atmosferycznego w roślinach wynosi 73 do 93% całkowitej zawartości pierwiastka. Podobnie w przypadku kadmu, mimo iż transport tego pierwiastka w roślinie zachodzi łatwo i przy większym jego pobieraniu jest głównie akumulowany w korzeniach, większe niebezpieczeństwo wg *Pendias* [7] stanowi opad

atmosferyczny, który może spowodować kilkakrotnie wyższe nagromadzenie pierwiastka w liściach. Nie jest wykluczone, że przyczyną wyższych stężeń ołowiu i kadmu w próbkach warzyw pobranych z ogrodu „Pionier" były zanieczyszczenia pochodzenia atmosferycznego.

Mimo aktualnie stosunkowo bezpiecznego poziomu oznaczanych metali w przebadanych roślinach, istnieje groźba przechodzenia ich w większym stężeniu do warzyw na skutek zmiany warunków glebowych i utrzymania dotychczasowego tempa skażania nimi gleb i roślin.

WNIOSKI

1. Przebadane próbki warzyw z ogrodów działkowych Lublina – „Pionier" i „Podzamcze" – wykazywały w większości przypadków stężenia ołowiu, kadmu, miedzi i cynku poniżej górnej granicy dopuszczalnych zawartości podanych w Zarządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 1993 r.
2. Niewielkie przekroczenie dopuszczalnej zawartości cynku wykazano w burakach i części nadziemnej pora, natomiast, w przypadku ołowiu, górną granicę dopuszczalnej zawartości stwierdzono w próbkach korzenia pietruszki i kopru.
3. Stężenia ołowiu i kadmu w glebach ogrodu „Podzamcze" znacznie przekraczały wartości uznane za dopuszczalne dla gleb nie skażonych tymi metalami, natomiast w ogrodzie „Pionier" poziom ołowiu zbliżał się do górnej granicy normy.
4. Z uwagi na stosunkowo wysokie stężenia ołowiu i kadmu w próbkach gleb obu przebadanych ogrodów istnieje niebezpieczeństwo przechodzenia tych pierwiastków do uprawianych tam warzyw, jeśli nie ograniczy się źródeł emisji tych pierwiastków lub w przypadku zmiany warunków glebowych.

H. Kowalska-Pyłka, A. Kot, J. Wierciński, K. Kursa, G. Wałkuska, W. Cybulski

LEAD, CADMIUM, COPPER AND ZINC CONTENT IN VEGETABLES, GOOSEBERRY FRUITS AND SOILS FROM GARDENING PLOTS OF LUBLIN

Summary

Lead, cadmium, copper and zinc contents in vegetables, fruits of gooseberries and in soil of Lublin gardening plots "Pionier" and "Podzamcze" both situated along heavy traffic streets, and "Pionier" additional to the close vicinity of automobile factory were determined by atomic absorption spectrophofometry.

Statistical analysis of the results respected the streets or factory distances from the gardening plots, and the species of the vegetables. Levels of the determined elements in the most of the samples were lower than permitted by the Ministry of Health Regulation established in 1993.

According to that Regulation a slight exceeding of zinc content in the red beetroots and in the overground parts of the leek were found. Lead content in the parsley root and in the dill was close to the tolerance limit.

Both lead and cadmium of the soil of "Podzamcze" gardening plot significantly exceeded the levels considered as tolerable for unpolluted grounds, whereas the soil of "Pionier" contained lead close to limit of tolerance level.

PIŚMIENNICTWO

1. *Czarnowska K.*: Akumulacja metali ciężkich w glebach, roślinach i niektórych zwierzętach na terenie Warszawy. Roczn. Glebozn. 1989, 31, 77. – 2. *Dalenberg J.W., van Driel.*: Contribution of atmospheric deposition to heavy-metal concentration in field crops. Netherlands J. Agric. Sci. 1990, 38, 367. – 3. *Dembiczak J.*: Praca magisterska, Lublin 1992, wykonana w Katedrze Bromatologii (maszynopis). – 4. *Gzyl J.*: Zanieczyszczenia metalami ciężkimi gleb i warzyw na przykładzie ogrodów działkowych woj. katowickiego. Działkowiec. 1991, 24, 485. – 5. *Kabata-Pendias A., Pendias H.*: Trace elements in soils and plants. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida 1984 – 6. *Kabata-Pendias A., Pondel H.*: Zagrożenie gleb użytków rolnych w Polsce. Roczn. Glebozn., 1985, 36, 59. – 7. *Kabata-Pendias A., Pendias H.*: Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa, 1993. – 8. *Mikuła W.*: Skażenie warzyw w rejonie Płocka. Biuletyn PZD. 1991, 37, 29. – 9. *Nikonorow M.*: Zanieczyszczenie chemiczne i biologiczne żywności. WNT, Warszawa, 1980. – 10. *Nikonorow M., Urbanek-Karłowska B.*: Toksykologia żywności. PZWL, Warszawa, 1987.

11. Raport o stanie środowiska w woj. katowickim. Urząd Wojewódzki w Katowicach, czerwiec 1987. – 12. *Sapek A.*: Oznaczenie Pb, Ni, Co w wyciągu glebowym metodą ASA. Chem. Anal. 1974, 19, 687. – 13. *Sapek A.*: Sposób analizownia próbek gleb mineralnych na zawartość niektórych składników stosowanych w IMUZ w Falentach. Problemy Agrofizyki, 1974. 12, 103. – 14. *Siuta J.*: Chemiczna degradacja gleb i roślin w "Chemia w ochronie środowiska". Materiały konferencyjne – Lublin, maj 1993. – 15. *Taylor A.*: Metabolism and toxicology of lead. Rev. Environ. Health. 1986, 6, 1. – 16. *Turski R., Baran S.*: Niektóre czynniki wpływające na zawartość mikroelementów w roślinach w strefie oddziaływania huty cynku. Z. Probl. Post. Nauk Roln., 1976, 179, 575. – 17. *Umińska R.*: Ocena poziomu pierwiastków śladowych stanowiących potencjalne zagrożenie dla zdrowia w glebach Polski narażonych na zanieczyszczenie. Rozprawa habilitacyjna, Lublin – Warszawa, 1988. – 18. *Wojciechowska-Mazurek M., Zawadzka T., Karłowski K., Starska K., Ćwiek-Ludwicka K., Brulińska-Ostrowska E.*: Monitoring studies on lead, cadmium and mercury content in polish fruits and cereals, 3-rd Congress Foodborne Infections and Intoxications. 1992 Berlin, 16–19 June, 2, 1061. – 19. *Yeager D.W., Cholak J., Henderson E.W.*: Determination of Pb in biological and related materials by AAS. Environ. Sci. Technol., 1971, 5, 1020. – 20. *Zalewski W., Syrocka K., Oprządek K., Lipińska J.*: Badanie zawartości pierwiastków szkodliwych dla zdrowia w warzywach uprawianych w ogródkach działkowych Siedlec. Roczn. PZH, 1987, 38, 332.

21. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 31 marca 1993. w sprawie wykazu substancji dodatkowych dozwolonych i zanieczyszczeń technicznych w środkach spożywczych i używkach. (MP Nr 22, 1993, zał. 4). – 22. *Zommer-Urbańska S., Topolewski P., Wojciech P., Bojarowicz H.*: Wpływ emisji Huty Szkła Gospodarczego (HSG) "Irena" w Inowrocławiu na zawartość fluoru i ołowiu w wybranych warzywach i owocach zebranych w 1988 roku. Roczn. PZH. 1991, 42, 25. – 23. *Zommer-Urbańska S., Bojarowicz H., Kukliński M.*: Wpływ emisji Huty Szkła „Sudety" w Szczytnej na zawartość ołowiu i fluoru w wybranych warzywach i owocach zebranych w 1989 roku. Roczn. PZH. 1991, 42, 127.

Dn. 1994.06.27
20-713 Lublin, ul. Szwejka 23.