

KRYSTYNA CZARNOWSKA, BARBARA GWOREK

PIERWIASTKI ŚLADOWE W WARZYWACH LIŚCIOWYCH I OWOCACH Z OGRODÓW DZIAŁKOWYCH DZIELNICY WARSZAWA-MOKOTÓW*

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

WSTĘP

Z wielu badań wynika, że nawet znaczne ilości pierwiastków śladowych (Pb, Cd, Zn, Cu) pobranych przez rośliny nie są najczęściej dla nich toksyczne. Jednak rośliny te przyczyniają się do stopniowego zatruwania organizmu człowieka, z racji akumulowania się metali śladowych w wątrobie, nerkach czy mięśniu sercowym.

W pracy starano się uzyskać wskaźniki liczbowe dla wyjaśnienia, jakie ilości pierwiastków śladowych szkodliwych dla zdrowia człowieka zawierają warzywa liściowe i niektóre owoce z ogrodów działkowych, położonych w dzielnicy Warszawa-Mokotów.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1989-1990 pobrano do analiz warzywa i owoce z 16 ogrodów działkowych. Aby uniknąć wpływu nawożenia mineralnego lub stosowania środków ochrony roślin, na jedną próbkę mieszaną składały się warzywa zebrane (w fazie dojrzałości konsumpcyjnej) z 5-7 działek. Pobrano próbki następujących warzyw: botwiny, sałaty, szczawiu, pietruszki naciowej i kalarepy oraz owoców: wiśni, agrestu, czerwonej porzeczki i pomidorów. Łącznie pobrano i przeanalizo-

*Badania finansował Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Dzielnicy Warszawa-Mokotów.

wano 121 próbek. Kalarepa, jak wiadomo, należy do roślin kapustnych, ale została umownie włączona do warzyw liściowych. Próbkę kontrolną warzyw pochodziły z ogrodów oddalonych 60 km od Warszawy, znajdujących się na terenach rolniczych o tym samym typie gleb, co gleby ogrodów działkowych z Mokotowa.

Materiał roślinny po zebraniu z działek został dokładnie umyty, a następnie rozdrobniony i wysuszony w temp. 60°C w suszarni z wymuszonym obiegiem powietrza. Po wysuszeniu warzywa mielono i spopielono w piecu muflowym w temp. 480°C przez 8 h. Popiół rozpuszczono w stężonym HCl rozcieńczonym wodą redestylowaną w stosunku 1:1. W otrzymanych roztworach oznaczono techniką ASA bezpośrednio: Fe, Mn, Zn, Cu, po skompleksowaniu i przeprowadzeniu do fazy organicznej zaś Pb i Cd. Wyniki opracowano statystycznie.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zawartość pierwiastków śladowych w warzywach liściowych i kalarepie waha się w znacznym zakresie (tab. 1 i 2), natomiast w niewielkim stopniu w badanych owocach (tab. 3). Warzywa i owoce różniły się zasadniczo pod względem zawar-

TABELA 1. Zawartość metali ciężkich [mg/ kg s. m.] w warzywach liściowych z ogrodów działkowych
Heavy metal contents [mg/ kg of d. m.] in leafy vegetables from allotment gardens

Roślina Plant	N	Parametry statyst. Statistical parameters	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd
Boćwina Chard	26	min.	250	28	60	9,9	1,0	0,10
		maks.	1000	113	254	87,4	18,0	2,40
		\bar{x}	440	67	120	22,5	10,0	1,03
		S \bar{x}	174	29	63	16,4	4,4	0,71
Salata Lettuce	33	min.	258	25	23	7,9	1,0	0,10
		maks.	1180	154	201	34,1	21,0	2,70
		\bar{x}	688	67	112	17,7	11,0	1,23
		S \bar{x}	303	30	39	5,4	4,9	0,82
Kalarepa Kohlrabi	5	min.	222	10	13	1,4	1,0	0,10
		maks.	360	36	57	18,2	21,0	0,80
		\bar{x}	284	18	37	9,4	7,0	0,18
		S \bar{x}	56	12	20	7,9	4,0	0,13
Szczaw Sorrel	7	min.	318	50	62	2,6	0,1	0,13
		maks.	840	106	114	16,2	20,0	1,90
		\bar{x}	555	78	80	9,2	9,7	0,80
		S \bar{x}	197	27	16	4,1	6,5	0,72

TABELA 2. Zawartość metali ciężkich [mg/kg s. m.] w liściach sałaty z różnych ogrodów działkowych
 Dzielniczy Warszawa-Mokotów
 Heavy metal contents in lettuce [mg/kg of d. m.] from different allotment gardens
 of Warsaw-Mokotów District

Nr powierzchni No of area	Fe	Zn	Cu	Pb	Cd
Przy ulicy – Near street					
1	750	162	20,9	16	2,00
3	980	130	17,5	12	1,30
3a	970	125	17,4	11	1,30
5	486	261	32,8	18	2,40
5a	438	178	17,4	15	1,10
7	480	103	21,0	11	1,20
9	750	153	15,5	22	3,60
17	860	129	15,1	21	2,70
18	734	101	16,0	12	1,20
20	520	70	13,9	12	1,80
21	590	112	13,7	8	1,20
23	670	90	20,1	11	1,20
25	710	98	17,4	14	0,70
27	610	152	14,2	16	1,20
10a	810	120	17,1	11	1,80
30/30a	405	150	10,8	11	2,40
Centralna część ogrodów działkowych – Central part of allotment gardens					
2	268	26	9,6	14	1,40
4	269	36	14,4	6	1,60
6	410	101	10,7	12	0,05
7a	258	104	8,2	7	0,90
8	575	108	10,1	11	0,40
10	810	120	17,1	11	1,80
19	690	92	13,2	12	1,00
20	520	70	13,9	6	1,00
28	600	136	12,7	12	1,30
Peryferie dzielnicy – Suburban of district					
11	340	178	20,4	3	0,07
12	365	135	11,6	11	0,07
14	354	66	12,5	2	0,07
15	420	88	12,4	1	0,08
16	310	88	15,5	1	0,60
22	460	98	10,7	6	0,40
24	530	60	10,0	6	0,08
29	520	94	9,0	12	0,08

tości badanych metali śladowych. Znaczna ilość pierwiastków śladowych w warzywach z terenów zurbanizowanych jest wynikiem zanieczyszczenia środowiska, a więc wody, gleby i powietrza [Czarnowska, Gworek 1987; Czarnowska et al. 1994].

TABELA 3. Zawartość metali ciężkich [mg/kg s. m.] w owocach z ogrodów działkowych
Heavy metal contents [mg/kg of d. m.] in fruits from allotment gardens

Owoce Fruits	N	Parametry statyst. Statistic parameters	Fe	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd				
Wiśnie Cherry	15	min.	27	6	6	8,1	ślady traces	ślady traces				
		maks.	60	13	15	18,1						
		\bar{x}	44	8	10	5,9						
		S \bar{x}	8	1	2	4,0						
Agrest Gooseberry	14	min.	46	7	2	3,2	ślady traces	ślady traces				
		maks.	84	19	24	28,0						
		\bar{x}	65	13	15	10,7						
		S \bar{x}	12	3	5	7,0						
Porzeczka czerw. Red currant	11	min.	38	4	6	2,8	ślady traces	ślady traces				
		maks.	82	18	26	12,4						
		\bar{x}	53	13	14	5,7						
		S \bar{x}	15	4	5	2,9						
Pomidory Tomato	6	min.	92	9	7	3,9	0,1	0,01				
		maks.	109	12	24	11,6			7,0	0,20		
		\bar{x}	100	10	17	8,4					2,5	0,15
		S \bar{x}	6	1	8	3,6						

Thornton i Jones [1984] oraz Biernacka, Liwski i Pawlak [1983] wykazali, że mycie liści sałaty usuwa z nich do 75% Fe i Pb, Curzydło [1988] zaś stwierdził, że w wyniku mycia zmniejsza się zawartość Pb w liściach warzyw od 30 do 70%.

Warzywa z powierzchni kontrolnej zawierały (w mg/kg s. m.): Fe 130–180, Mn 60–140, Zn 30–50, Cu 3,5–5,3, Pb 0,2–0,3 i Cd – ślady. Natomiast ilość tych metali w warzywach z ogrodów działkowych z Mokotowa była następująca:

Zawartość żelaza w badanych warzywach (222–1180 mg/kg s. m.) przekracza znacznie ilości tego pierwiastka w warzywach z działki kontrolnej. Świadczy to o oddziaływaniu zanieczyszczeń pyłowych powietrza zawierających duże ilości żelaza i innych metali. Zawartość Fe w sałacie zależała od usytuowania działek w ogrodzie. Najwięcej żelaza zawierała sałata z działek położonych przy ruchliwych ulicach (\bar{x} = 687 mg/kg s. m.), mniej z działek położonych w centralnej części ogrodów (\bar{x} = 488 mg/kg s. m.), najmniej tego pierwiastka stwierdzono w sałacie z ogrodów zlokalizowanych na peryferiach Dzielnicy (\bar{x} = 412 mg/kg s. m.). Biorąc pod uwagę średnią zawartość Fe w badanych warzywach, występowanie tego pierwiastka układa się następująco: sałata > botwina > pietruszka naciowa > kalarepa. Badane owoce zawierają średnio ok. 10-krotnie mniej żelaza niż warzywa liściowe; dostarczają więc niewielkich ilości Fe w diecie.

Zawartość manganu w badanych warzywach wahała się od 10 do 154 mg/kg s. m., a wartości średnie były podobne w botwinie, sałacie i szczawiu. Najmniej manganu było w kalarepie i w owocach (tab. 3). Szeroki stosunek Fe do Mn w

warzywach (6,56–15,77) i w owocach (4,00–10,00) może świadczyć o nadmiarze żelaza lub niedoborze manganu w tych produktach. Właściwy stosunek Fe : Mn mieści się w granicach od 1,5 do 2,5 : 1. Gleby badanych ogrodów działkowych wykazywały odczyn obojętny lub zasadowy, a jak wiadomo, rośliny ze środowisk alkalicznych zawierają mniej manganu niż rośliny z gleb kwaśnych.

Według Biernackiej, Liwskiego i Pawlaka [1983] w warzywach liściowych uprawianych w okolicy Płocka na glebach płowych o odczynie lekko kwaśnym jest znacznie więcej Mn (117–430 mg/kg s. m.) niż to stwierdzono w warzywach w niniejszych badaniach.

Zawartość cynku w badanych warzywach mieściła się w zakresie 13–254 mg/kg s. m., a w owocach 2–19 mg/kg s. m. Przeciętna zawartość cynku w omawianych warzywach wykazuje duże różnice zależne od gatunku, a w naszym przypadku również od stopnia zanieczyszczenia środowiska. Większą zawartość Zn stwierdzono przede wszystkim w botwinie i sałacie z działek położonych wzdłuż ruchliwych ulic w części dzielnicy Mokotów silnie zurbanizowanej (tab.2). Jednak poziom cynku w tych warzywach był nieco mniejszy niż np. w sałacie z ogrodów w Wielkiej Brytanii, gdzie stwierdzono 75–309 mg/kg s. m. [Thornton, Jones 1984].

Owoce zawierały ilości cynku podobne do manganu, tylko w pomidorach stwierdzono więcej tego pierwiastka. Stosunek Mn : Zn w niektórych owocach i w szczawiu był zbliżony do jedności, podobnie jak w innych roślinach uprawnych.

Zawartość miedzi w warzywach liściowych wahała się od 4,4 do 87,4 mg/kg s. m., w owocach zaś wahania te były znacznie mniejsze, średnio od 5,7 do 10,7 mg/kg s. m. (tab.3). Duża ilość miedzi w sałacie i botwinie wskazuje na znaczne zanieczyszczenie tym pierwiastkiem ogrodów działkowych, położonych w pobliżu ruchliwych ulic. Kalarepa, szczaw i pietruszka naciowa zawierały podobne przeciętne ilości miedzi (tab. 1).

Wyniki analiz badanych warzyw wskazują na nadmierną zawartość w nich ołowiu, mianowicie od 1 do 22 mg/kg s. m. Sałata, podobnie jak inne warzywa, rosnąca w ogrodach położonych wzdłuż tras komunikacyjnych zawierała więcej Pb (średnio 13,5 mg/kg s. m.) niż sałata z ogrodów znacznie oddalonych od ruchliwych ulic (średnio 6,6 mg/kg s. m.). Natomiast badane owoce (poza pomidorami) wykazały śladowe ilości ołowiu, niezależnie od miejsca pobrania próbki. Jest to zjawisko znane z literatury, iż części wegetatywne roślin kumulują znacznie więcej ołowiu i innych metali niż części generatywne [Curzydło 1988; Jędrzejczak, Szeke 1989; Zommer-Urbańska, Kukliński 1985]. Podobne ilości Pb w sałacie z ogrodów z terenów zurbanizowanych stwierdzili także inni autorzy [Czarnowska, Gworek 1987; Hibben et al. 1984; Preer et al. 1980; Thornton, Jones 1984]. Natomiast Biernacka, Liwski i Pawlak [1983] wykazali, że w warzywach liściowych uprawianych w pobliżu płockiej "Petrochemii" zawartość ołowiu dochodziła do 45 mg/kg s. m.

Poziom kadmu wahał się od 0,08 do 3,30 mg/kg s. m. w badanych warzywach, w owocach zaś odnotowano ilości śladowe tego pierwiastka, tylko w pomidorach

stwierdzono średnio 0,15 mg/kg s. m. Najwięcej kadmu zawierały pietruszka naciowa i sałata (tab. 1). Zaobserwowano, że warzywa rosnące na działkach położonych na obrzeżach Dzielnicy Mokotów zawierały mniej kadmu niż warzywa z działek z centrum tej Dzielnicy. Na przykład sałata z ogrodów położonych na peryferiach Mokotowa zawierała średnio kadmu w 1 kg s. m. 0,18 mg, sałata zaś z działek położonych w pobliżu ruchliwych ulic 1,65 mg. Jest to związane z większym zanieczyszczeniem powietrza pyłami zawierającymi metale ciężkie. Na podstawie średniej ilości kadmu w badanych warzywach, można je uszeregować pod względem zawartości tego metalu następująco: pietruszka naciowa > sałata > botwina > szczaw. Według Thorntona i Jonesa [1984], ilość kadmu w sałacie z ogrodów miejskich wahała się od 0,8 do 2,3 mg/kg s. m. Podobne zawartości Cd w sałacie podają inni autorzy [Hibben et al. 1984; Preer et al. 1980], a więc zbliżone do ilości uzyskanych w omawianych warzywach.

Kabata-Pendias et al. [1993] podają następujące krytyczne dopuszczalne zawartości metali śladowych w roślinach konsumpcyjnych (w mg/kg s. m.): Cd ≤ 0,15; Zn ≤ 50; Pb ≤ 1,0; Cu ≤ 20.

Biorąc pod uwagę średnie zawartości uzyskane w naszych badaniach, należy stwierdzić, że sałata, szczaw i kalarepa zawierały od 1,1- do 12,8-krotnie więcej kadmu, od 0,74 do 2,36-krotnie więcej cynku i od 6,2 do 12,4-krotnie więcej ołowiu, a tylko w nielicznych przypadkach (sałata i botwina) było więcej miedzi niż to podano w opracowaniu Kabaty-Pendias et al. [1993].

Z przeprowadzonych badań wynika, iż warzywa liściowe akumulują znacznie więcej ołowiu i kadmu niż owoce. Dlatego też zaleca się ograniczyć uprawę takich roślin, jak: sałata, botwina, pietruszka naciowa i szczaw w ogrodach działkowych, położonych w części Mokotowa silnie zurbanizowanej i w pobliżu ruchliwych ulic.

WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynikają następujące wnioski:

1. Warzywa uprawiane w ogrodach działkowych, znajdujących się wzdłuż ruchliwych tras komunikacyjnych, zawierają znacznie więcej ołowiu, kadmu i cynku niż warzywa z działek położonych w centrum ogrodów oraz na peryferiach Dzielnicy. Ilości te kilkakrotnie przekraczają krytyczne dopuszczalne zawartości ołowiu (od 6 do 12-krotnie), kadmu (od 1,0 do 12,8-krotnie) i cynku (od 0,74 do 2,4-krotnie).

2. Owoce, takie jak: wiśnie, agrest i porzeczki czerwone, zawierają śladowe ilości ołowiu i kadmu, niezależnie od miejsca położenia ogrodu działkowego, w którym są uprawiane.

3. Do oceny stopnia zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego najlepiej nadaje się sałata, można więc ją uważać za roślinę wskaźnikową.

LITERATURA

- BIERNACKA E., LIWSKI S., PAWLAK L., 1983: Skażenie warzyw, drzew i krzewów wokół płockiej "Petrochemii". *Aura* 3: 8–10.
- CURZYDŁO J., 1988: Ołów i cynk w roślinach i glebach w sąsiedztwie drogowych szlaków komunikacyjnych. Rozpr. habil. 127, *Zesz. Nauk AR w Krakowie*, s.70.
- CZARNOWSKA K., GWOREK B., 1987: Wpływ zanieczyszczeń miejskich na zawartość metali ciężkich w glebach i warzywach warszawskich ogrodów działkowych. *Rocz. Nauk Rol.* 107, 2: 23–33.
- CZARNOWSKA K., GWOREK B., SZAFRANEK A., 1994: Akumulacja metali ciężkich w glebach i warzywach korzeniowych z ogrodów działkowych dzielnicy Warszawa-Mokotów. *Rocz. Glebozn.* 45, 1/2: 45–54.
- HIBBEN C.R., HAGER S.S., MAZZA Ch.P., 1984: Comparison of cadmium and lead content of vegetable crops grown in urban and suburban garden. *Environ. Pollut. B*, 7,1: 71–80.
- JĘDRZEJCZAK R., SZTEKE B., 1989: Zawartość kadmu i ołowiu w owocach jagodowych i ziarniakach. *Rocz. PZH* 40, 3–6: 274–278.
- KABATA-PENDIAS A., MOTOWICKA-TERELAK T., PIOTROWSKA M., TERELAK H., WITEK T., 1993: Ocena stopnia zanieczyszczenia gleb i roślin metalami ciężkimi i siarką. Puławy, P(53) s.20.
- PREER J.R., SEKHON M.S., STEPHENS B.R., COLLINS M.S., 1980: Factors affecting heavy metal content of garden vegetables. *Environ. Pollut. B*, 1: 95–104.
- THORNTON I., JONES T.H., 1984: Sources of lead and associated metals in vegetables grown in British urban soils: uptake from soil versus air deposition. (In:) Hemphill D.D. (ed.), Trace Substances in Environmental Health, 18: 303–310. University of Missouri, Columbia.
- ZOMMER-URBAŃSKA S., KUKLIŃSKI M., 1985: Zawartość ołowiu w wybranych warzywach i owocach uprawianych w zasięgu emisji związków ołowiu przez Hutę Szkła "Irena" w Inowrocławiu. *Rocz. PZH*, 36, 4: 298–303.

K. CZARNOWSKA, B. GWOREK

TRACE ELEMENTS IN LEAFY VEGETABLES AND FRUITS
FROM ALLOTMENT GARDENS OF WARSZAWA-MOKOTÓW DISTRICT

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

Content of trace elements (Fe, Mn, Zn, Cu, Pb and Cd) was examined in leafy vegetables (75 samples) and fruits (46 samples) cultivated in 16 allotment gardens situated within the Warszawa-Mokotów District. It was found that such vegetables as chard, lettuce, parsley curllet and sorrel sampled in gardens in locations close to busy roads contain more Pb, Cd and Zn than those collected in gardens situated at the outskirts of the District. In fruits such as cherry, gooseberry and red currant, regardless the sampling site, only trace among of Pb and Cd were discovered. Leafy vegetables accumulate excessive amounts of certain heavy metals which pose threat to human health.

Praca wpłynęła do redakcji w październiku 1993 r.

