

MICHAŁ NABRZYSKI, REGINA GAJEWSKA

ZAWARTOŚĆ RTĘCI, KADMU I OŁOWIU W OWOCACH,  
WARZYWACH ORAZ W GLEBIE \*Z Zakładu Bromatologii Akademii Medycznej w Gdańsku  
Kierownik: prof. dr Z. Ganowiak

*Zbadano na zawartość rtęci, kadmu i ołowiu świeże warzywa i owoce oraz mrożonki owocowo-warzywne pochodzące z zakupów rynkowych, a także warzywa pobrane z ogródków działkowych wraz z glebą ze stanowiska wzrostu roślin z głębokości 5 i 25 cm. Uwzględniono również wpływ mycia wodą, obierania i gotowania na zawartość badanych metali.*

Żywność jest jednym z głównych źródeł wnikania pierwiastków szkodliwych do ustroju człowieka.

Wzrost zanieczyszczenia środowiska naturalnego metalami szkodliwymi a także innymi związkami chemicznymi wskazuje na konieczność okresowych badań i nadzoru pod tym względem.

## MATERIAŁ I METODYKA

Przedmiotem badań były popularnie spożywane świeże warzywa i owoce kupowane na rynku lub w sklepach warzywno-owocowych, w latach 1978—1980 a także warzywa pobierane z działek ogrodniczych wraz z glebą z głębokości 5 i 25 cm. Mrożonki owocowo-warzywne oraz dzemy pochodziły z zakupów sklepowych.

Badane metale oznaczano metodą spektrofotometryczną w postaci ditizonowych kompleksów [7, 8, 12]. Pobrane do badań próbki produktów poddawano mineralizacji mokrej za pomocą mieszaniny stężonych kwasów: siarkowego, azotowego i nadchlorowego [9, 10].

Masa pojedynczej próbki warzyw i przetworów warzywno-owocowych pobranych do mineralizacji wynosiła około 70 g. Próbkę w glebie z działek ogrodniczych (na stanowisku wzrostu rośliny) zarówno z warstwy powierzchniowej do głębokości 5 cm, jak i z warstwy głębszej około 25 cm, pobierano o masie 50 g powietrznie suchej masy (psm).

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badania obejmują łącznie 479 próbek, z których dla trzech metali wykonano 1437 oznaczeń. Uzyskane wyniki zebrano w tabelach I, II i III. Z wyników zawartych w tabeli I można wnosić iż mrożonki owocowo-warzywne wykazały nieco niższą zawartość metali w porównaniu do produktów świeżych. Nie jest wykluczone, że wstępne zabiegi technologiczne wraz z myciem wpłynęły na obniżenie tych poziomów.

W warzywach świeżych najwyższy (6,0 µg Hg/100 g) i najniższy (zerowy) poziom rtęci stwierdzono w szczypiorze. Pozostałe warzywa (sałata, rzodkiewka, brukselka, kalafior, kapusta, cebula, selery, pomidory,

\* Praca wykonana w ramach problemu węzłowego 09,3.

Tabela I. Zawartość rtęci, kadmu i ołowiu w warzywach i owocach oraz w mrożonkach warzywnoowocowych  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  mokrej masy

Nazwa produktu	Liczba próbek	Rtęć			Kadm			Ołów		
		min.	maks.	średnio	min.	maks.	średnio	min.	maks.	średnio
Salata	38	0,0–1,8	0,4	0,2–9,0	3,7	2,6–113,0	26,1			
Rzodkiewka	18	0,0–0,6	0,3	0,0–2,9	1,5	3,7–75,0	32,2			
Szeczypior zielony	12	0,0–6,0	1,1	1,0–7,8	3,2	3,0–65,8	38,6			
Brukselka	6	1,1–1,3	1,2	0,8–0,7	0,7	1,8–4,5	3,1			
Kalafior	6	0,5–0,8	0,7	0,5–0,6	0,5	1,1–5,4	3,4			
Kapusta biała	6	0,6–0,7	0,6	0,8–1,6	1,1	5,4–9,5	7,2			
Kapusta kiszona	6	0,6–1,4	1,0	0,5–0,7	0,6	3,9–6,6	5,3			
Cebula	10	0,0–0,0	0,0	0,7–1,1	0,8	1,3–2,5	1,8			
Selery	8	0,5–0,6	0,5	5,3–7,7	6,4	3,8–5,4	4,5			
Pomidor	8	0,4–0,6	0,6	0,8–2,4	1,6	1,1–2,7	2,2			
Ogórki kiszone	6	0,0–0,6	0,3	2,0–3,8	2,8	4,8–7,4	6,3			
Ogórki konserwowe	6	0,0–0,9	0,6	1,4–2,0	1,8	2,0–5,9	3,9			
Marchew	10	0,0–1,3	0,8	1,4–5,8	3,3	5,2–18,0	11,1			
Koper zielony	6	1,0–1,7	1,4	2,8–9,0	5,0	5,4–9,4	7,7			
Pietruszka (korzeń)	2	—	—	2,6	—	—	15,5			
Ogółem	148	0,0–6,0	0,6	0,2–12,0	2,8	1,1–113	16,7			
Ziemniaki										
Ziemniaki	10	0,8–1,1	0,9	2,5–8,0	3,5	3,1–16,0	10,1			
Owoce świeże										
Truskawki	38	0,0–1,0	0,0	3,2–8,8	5,8	0,0–6,3	3,0			
Jabłka	15	0,2–6,6	1,8	0,0–0,5	0,2	3,5–5,9	4,1			
Porzeczki czerwone	10	0,0–0,4	0,1	0,7–1,1	0,8	2,4–7,1	4,5			
Porzeczki czarne	10	0,0–0,0	0,0	0,3–0,5	0,3	1,7–9,0	5,9			
Ogółem	73	0,0–6,6	0,5	0,0–8,8	3,7	1,7–9,0	4,4			
Mrożonki warzywne										
Szpinak	6	0,0–0,3	0,2	6,2–11,0	7,9	23,3–27,0	25,0			
Groszek zielony	3	0,2–0,3	0,2	3,1–4,9	4,0	2,2–5,7	3,4			
Szparagi	4	0,0–0,5	0,1	1,2–1,8	1,5	3,1–3,2	3,2			
Fasolka szparagowa	5	0,0–0,5	0,1	0,2–0,7	0,4	1,3–5,0	4,0			
Brukselka	5	0,0–0,8	0,2	0,5–2,0	1,1	1,9–6,4	5,1			
Ogórki mizoria	4	0,0–0,0	0,0	0,0–0,0	0,0	3,3–3,6	3,5			
Ogółem	27	0,0–0,8	0,1	0,2–11,0	2,7	1,3–27,0	8,6			
Mrożonki owocowe										
Śliwy	7	0,0–0,6	0,1	0,2–0,9	0,5	3,1–8,0	4,3			
Czarne porzeczki	1	—	—	0,5	—	—	5,3			
Truskawki	11	0,2–0,5	0,4	0,8–7,1	3,3	1,2–3,1	2,4			
Agrest	5	0,0–0,5	0,1	0,3–1,1	0,6	4,8–6,2	4,8			
Ogółem	24	0,0–1,0	0,3	0,2–7,1	1,7	1,2–8,0	3,6			
Przetwory owocowo										
Dżem malinowy	2	—	—	2,1	—	—	7,9			
Dżem truskawkowy	2	—	—	0,4	—	—	1,5			
Dżem śliwkowy	2	—	—	0,9	—	—	2,9			
Dżem agrestowy	2	—	—	2,2	—	—	6,9			
Dżem z czarnej porzeczki	2	—	—	0,0	—	—	6,8			
Ogółem	10	0,0–2,1	1,1	0,0–1,9	1,5	1,5–6,8	5,2			

ogórki, marchew, koper, pietruszka) wykazały poziomy rtęci wahające się od zera do 2,6  $\mu\text{g}/100$  g mokrej masy (m.m.) — stwierdzone w pietruszce. Średni poziom rtęci obliczony na podstawie wszystkich próbek badanych wynosi 0,6  $\mu\text{g}/100$  g mokrej masy warzyw. Natomiast w mrożonkach warzywnych wynosi on 0,1  $\mu\text{g}/100$  g przy zakresie od 0 (wynik najniższy) do 0,8  $\mu\text{g}/100$  g (wynik najwyższy). W ziemniakach stwierdzono od 0,8 do 1,1  $\mu\text{g}$  — średnio 0,9  $\mu\text{g}/100$  g m.m.

W owocach świeżych jak i mrożonkach owocowych a także w dżemach poziomy rtęci są zbliżone i z wyjątkiem jabłek (w których stwierdzono od 0 do 6,6  $\mu\text{g}/100$  g), wynosiły one przeciętnie ułamkowe części mikrograma w 100 g m.m. Zawartość kadmu we wszystkich badanych warzywach i owocach jak również w ich przetworach jest wielokrotnie wyższa od stwierdzonej zawartości rtęci. Wynosi ona średnio 2,8  $\mu\text{g}/100$  g w warzywach i około 7—8  $\mu\text{g}/100$  g w owocach. Stosunkowo wyższe zawartości, osiągające przy poziomach maksymalnych 8—12  $\mu\text{g}/100$  g m.m. występowały: w pietruszce, sałacie i zielonym koperku oraz w szczypiorze i selerze. Wśród mrożonek warzywnych najwyższy poziom kadmu (11,0  $\mu\text{g}/100$  g) stwierdzono w szpinaku, natomiast w pozostałych mrożonkach warzywnych stwierdzone zawartości kadmu nie odbiegały od tych, które wykryto w warzywach świeżych. W ziemniakach zawartość kadmu waha się od 2,5 do 8,0  $\mu\text{g}$  wynosząc średnio 5,4  $\mu\text{g}/100$  g m.m. Poziomy te nie są wprawdzie wysokie ale z uwagi na ogólnie duże spożycie ziemniaków (rocznie około 120 kg/osobę w województwie gdańskim) mogą one mieć znaczny udział w dostarczaniu metali z całodziennym pożywieniem.

Kadm posiada znaczną zdolność penetracji do wnętrza komórek roślinnych a także do nasion [2—5, 11], co tłumaczy jego stosunkowo wyższą zawartość w materiale roślinnym.

Według danych cytowanego już wyżej piśmiennictwa związki ołowiu i rtęci mogą być w mniejszym stopniu niż kadmu przyswajane przez rośliny. Ołów wszakże osadzający się wraz z pyłami na powierzchni roślin, choć nie penetruje tak jak kadmu w głąb tkanek, może być wiązany w woskowej kutikuli. Jednakże osiadły ze świeżymi opadami pyłów może być usunięty podczas mycia warzyw wodą.

Wydaje się jednak że oprócz wielu innych czynników nie bez znaczenia są tu także naturalne stężenia tych metali w glebie, w której ołowiu zwykle jest wielokrotnie więcej niż kadmu a tym bardziej rtęci. Jeśli chodzi o zawartość ołowiu stwierdzoną w badanych warzywach to najwyższe poziomy wykrywano w warzywach: w sałacie do 113  $\mu\text{g}/100$  g m.m., w rzodkiewce do 75  $\mu\text{g}/100$  g m.m. i w szczypiorze zielonym do 65,8  $\mu\text{g}/100$  g m.m. Pozostałe warzywa zawierały od kilku do kilkunastu mikrogramów w 100 g świeżego produktu. Podobne poziomy stwierdzono w mrożonkach warzywnych z pośród których, tak samo jak w przypadku kadmu i rtęci, szpinak wykazał najwyższą zawartość (do 27,0  $\mu\text{g}/100$  g). Ziemniaki wykazały przeciętnie około 10  $\mu\text{g}/100$  g m.m. Natomiast badane owoce świeże jak i mrożone, zawierały niemal identyczne ilości ołowiu, wynoszące od zera do kilku mikrogramów w 100 g mokrej masy. W badanych dżemach poziomy ołowiu są zbliżone do stwierdzonych w owocach, z których się je wytwarza. Ogólnie rzecz biorąc oznaczone w niniejszej pracy poziomy metali w warzywach wydają się być bliskie poziomem zanieczyszczeń naturalnych. Są one o około

$\frac{1}{3}$  niższe od cytowanych przez Phannhausera i wsp. [15] i dość zbliżone z wynikami Fuchsa i wsp. [6].

W tabeli II podano wyniki badań zawartości metali w warzywach i w glebie, pobranej ze stanowiska wzrostu badanych warzyw z głębokości 5 i 25 cm.

Próbki gleby do badań przygotowano według metody stosowanej w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach [14] a metale oznaczano metodą ditizonową [7, 8, 12].

Z wyników zawartych w tabeli II widać iż zawartość poszczególnych metali waha się znacznie w zależności od miejsca pobrania próbek jak i głębokości, z której glebę pobrano. (Należy tu dodać, że wyniki oznaczeń metali w glebie wyrażono w mikrogramach na 100 g powietrznie suchej masy (p.s.m.) to znaczy gleby wysuszonej do stałej masy na powietrzu w warunkach pokojowych). W powierzchniowej warstwie gleby (z głębokości 5 cm) zawartość rtęci wahała się od 0,8 do 17  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m. Średnia zawartość obliczona dla wszystkich próbek wynosiła 3,2  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m. W glebie pobranej z głębokości 25 cm zawartość rtęci była niewiele zróżnicowana. Wahała się ona od 1,4 do 22,6  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m. wynosząc średnio 4,5  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m. Kabata-Pendias [11] przytacza w swojej monografii poziomy rtęci w glebach dla obszarów Polski o normalnym stopniu zanieczyszczenia, wahające się od 2 do 16  $\mu\text{g}/100$  g przy wartości średniej 6  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m.

Poziomy rtęci jak również kadmu i ołowiu występujące w warzywach pochodzących z miejsca pobrania gleb są bardzo zbliżone do poziomów stwierdzonych w warzywach pochodzących z zakupów rynkowych podanych w tabeli I.

Do oceny stosunku pomiędzy przeciętnym poziomem metali w warzywach i w glebie wzięto pod uwagę średni wynik obliczony ze wszystkich badanych próbek gleb i warzyw. I tak średni poziom rtęci w warzywach podanych w tabeli wynosi 0,96  $\mu\text{g}/100$  g m.m. a w glebie z głębokości 5 cm — 3,2  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m. Zatem stosunek ilościowy rtęci zawartej w warzywach do rtęci zawartej w glebie wynosi 1 : 3,3 co oznacza, że w glebie jest 3,3 razy więcej rtęci niż w świeżych warzywach. Jeśli uwzględnić fakt, że zawartość wody w badanych roślinach wynosiła średnio około 90% wówczas po przeliczeniu na suchą masę warzyw stosunek ten wyniesie 3 : 1. Oznacza to, że w 100 g suchej masy warzyw jest 3 razy więcej rtęci niż w 100 g powietrznie suchej masy gleby.

Podobne obliczenia dla kadmu i ołowiu przedstawiają się następująco: stosunek kadmu w mokrej masie warzyw do kadmu w powietrznie suchej masie gleby z głębokości 5 cm wynosi: 4,3 : 37,8, tj. 1 : 8,8. Po uwzględnieniu suchej masy warzyw stosunek ten wyniesie 1 : 0,88. Jest więc mniejszy niż w przypadku rtęci, jest również mniejszy w stosunku do wartości cytowanych przez innych autorów [13]. W głębszej warstwie gleby (25 cm głębokości) zawartość kadmu wahała się od 10 do 96  $\mu\text{g}/100$  g wynosząc średnio 27,5  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m.

W przypadku ołowiu, zawartość tego metalu w powierzchniowej warstwie gleby (do 5 cm głębokości) wahała się od 581 do 2435  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m. wynosząc średnio 1481  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m., a w głębszej warstwie gleby (25 cm) wahała się od 325 do 1720  $\mu\text{g}/100$  g wynosząc średnio 1013  $\mu\text{g}/100$  g p.s.m.

Tabela II. Zawartość Hg, Cd, Pb w warzywach i w glebie ( $\mu\text{g}/100\text{ g}$ )

Lp.	Nazwa próby	Miejsce pobrania próby	Liczba próbek	Hg		Cd		Pb		
				zakres	średnia	zakres	średnia	zakres	średnia	
1.	Gleba-głęb.	5 cm	Wejherowo	5	0,8-2,6	1,7	45,0-55,2	50,1	2009,0- -2870,0	2435,0
	„ „	20-25 cm		6	1,4-2,3	1,8	37,0-49,5	43,2	880,0- -1010,0	945,0
	Marchew			2	-	1,0	-	2,6	-	9,1
	Ziemniaki			4	0,5-1,1	0,8	0,8-2,4	1,6	8,6-10,3	9,5
2.	Gleba-głęb.	5 cm	Gdańsk-Siedlce	6	1,2-3,1	2,2	32,5-43,2	37,8	1540,0- -2550,0	2045,0
	„ „	20-25 cm		6	2,6-4,7	3,7	20,4-22,0	21,2	-	1720,0
	Salata			4	0,2-0,3	0,2	2,6-5,8	4,2	10,6-11,3	11,0
	Marchew			2	-	0,7	-	4,5	-	18,0
3.	Gleba-głęb.	5 cm	Gdynia-Orłowo	3	-	1,5	-	50,0	-	615,0
	„ „	20-25 cm		3	-	2,0	-	21,0	-	325,0
	Salata			2	-	0,3	-	3,6	-	70,0
	Rzodkiewka			2	-	0,0	-	2,9	-	16,6
	Marchew			2	-	1,1	-	5,8	-	13,2
4.	Gleba-głęb.	5 cm	Gdańsk-N. Port	2	-	3,2	-	55,0	-	755,0
	„ „	20-25 cm		2	-	3,2	-	24,0	-	570,0
	Salata			2	-	0,1	-	18,3	-	90,0
5.	Gleba-głęb.	5 cm	Gdańsk-Brzeźno	2	-	1,9	-	119,0	-	2230,0
	„ „	20-25 cm		2	-	4,1	-	96,0	-	1250,0
	Salata			2	-	0,1	-	3,9	-	66,3
	Rzodkiewka			2	-	0,3	-	2,7	-	52,5
	Pietruszka-korzeń			2	-	2,6	-	12,0	-	15,5
6.	Gleba-głęb.	5 cm	Rumia	2	-	3,5	-	28,5	-	581,0
	„ „	20-25 cm		2	-	2,3	-	22,0	-	606,0
	Marchew			2	-	1,3	-	2,3	-	10,0

c. d. tab. II

Lp.	Nazwa próby	Miejsce pobrania próby	Liczba próbek	Hg		Cd		Pb	
				zakres	średnia	zakres	średnia	zakres	średnia
7.	Gleba-głęb.	5 cm	Gdańsk — okolice rafinerii	2,6—6,2	4,4	8,3—12,0	10,2	525,0— —1500,0	1012,5
	„ „	20—25 cm		4,0—4,6	4,3	12,3—12,8	12,5	405,0— —1800,0	1102,5
	Koper zielony		2	—	1,6	—	9,0	—	5,4
	Szczypior		2	—	6,0	—	3,5	—	3,3
	Salata		2	—	0,3	—	4,3	—	4,2
8.	Gleba-głęb.	5 cm	Ręda — woj.	—	5,6	—	14,0	—	850,0
	„ „	20—25 cm	gdańskie	—	7,2	—	11,2	—	660,0
	Salata		2	—	0,6	—	0,9	—	4,2
	Koper zielony		2	—	1,7	—	2,8	—	8,3
9.	Gleba-głęb.	5 cm	Gdańsk-Święty Wojciech	—	1,8	—	8,8	—	863,0
	„ „	20—25 cm		—	3,1	—	10,0	—	755,0
	Koper zielony		2	—	1,0	—	3,2	—	9,4
	Salata		2	—	0,7	—	5,4	—	11,4
	Szczypior		2	—	0,4	—	1,3	—	3,0
10.	Gleba-głęb.	5 cm	Gdańsk-Wrzeszcz okolice ul. K. Marksa	—	17,0	—	18,3	—	1740,0
	„ „	20—25 cm		—	22,6	—	13,7	—	1170,0
	Salata		2	—	1,2	—	2,8	—	15,6
	Marchew		2	—	0,0	—	1,4	—	5,2

Tak więc średni poziom ołowiu w powierzchniowej warstwie gleby (5 cm) jest około 39 razy większy od średniego poziomu kadmu i około 460 razy większy od średniego poziomu rtęci.

Porównując średni poziom ołowiu w warzywach (19,8  $\mu\text{g}/100\text{ g m.m.}$ ) ze średnim poziomem tego metalu w glebie (1481  $\mu\text{g}/100\text{ g p.s.m.}$ ) pobranej z miejsca wzrostu tych warzyw (z głębokości 5 cm) to otrzymany stosunek wynoszący 1:74,8. Gdy w obliczeniach wziąć pod uwagę suchą masę badanych roślin wynoszącą przeciętnie około 10% to otrzymany stosunek 1:7,5 wskazuje na mniejszy stopień pobierania przez rośliny ołowiu niż kadmu i rtęci. W uzupełnieniu tych danych należy dodać, że obieg pierwiastków w glebie oraz ich transport do komórek roślinnych posiada bardzo skomplikowany charakter. Zależy on między innymi od pH gleby, potencjału oksydo-redukcyjnego, składu gleby, jej wilgotności, rodzajów mikroorganizmów w niej obecnych itd.

Obecnie, najbardziej wpływa na poziom metali a zwłaszcza kadmu w roślinach, oddziaływanie zanieczyszczeń środowiskowych pochodzących np. z opadów dymów przemysłowych, bądź też z nawożenia gleb osadami ścieków miejskich itp. [4]. Przeprowadzone badania autorów zagranicznych i krajowych [1—3, 5] wykazały wielokrotnie zwiększone poziomy metali toksycznych w warzywach i owocach, pochodzących z obszarów podlegających zanieczyszczeniom, w stosunku do poziomów stwierdzonych w niniejszych badaniach.

W tabeli III przedstawiono wyniki badań wpływu obierania i gotowania ziemniaków, oraz mycia sałaty na pozostawanie metali w częściach przeznaczonych do spożycia. Z badań tych wynika, że obieranie ziemniaków obniża w nich poziom metali od około 20 do 30% w stosunku do ziemniaków całych, przy czym obierki zawierały od 50 do 100% wyższe zawartości metali niż ziemniaki całe i dwu do trzykrotnie wyższe niż ziemniaki obrane. Mycie sałaty wodą bieżącą z kranu obniżało wyraźnie poziom rtęci i ołowiu, podczas gdy poziom kadmu nie ulegał zmianie co świadczy, że jest on obecny raczej wewnątrz komórek tej rośliny.

Tabela III. Wpływ zabiegów mycia i obierania na zawartość rtęci, kadmu i ołowiu w niektórych warzywach i owocach ( $\mu\text{g}/100\text{ g m.m.}$ )

Nazwa produktu	Liczba próbek	Rtęć			Kadm			Ołów		
		min.	maks.	średnio	min.	maks.	średnio	min.	maks.	średnio
<b>Ziemniaki:</b>										
całe (nieobierane)	10	0,8	1,1	0,9	2,5	8,0	5,4	3,1	6,0	10,1
obrane	10	0,5	0,9	0,7	2,1	6,2	3,5	1,6	12,3	7,4
skórka	10	1,0	2,4	1,5	8,2	14,8	11,8	6,8	24,0	15,5
gotowane (obrane)	10	0,5	0,9	0,7	2,4	6,2	4,3	3,7	13,2	8,2
<b>Sałata świeża:</b>										
myta	20	0,0	1,8	0,4	1,8	8,8	4,1	2,6	36,3	15,5
niemyta	8	0,0	1,8	1,0	2,7	6,2	4,0	19,8	42,3	25,5

## WNIOSKI

1. Wyniki badań wykazały, że w przebadanych warzywach zawartość rtęci wahała się od 0 do 6,0  $\mu\text{g}$  wynosząc średnio 0,6  $\mu\text{g}/100$  g m.m. Zawartość kadmu wynosiła od 0,2 do 12,0  $\mu\text{g}$  wynosząc średnio 2,8  $\mu\text{g}/100$  g m.m. a zawartość ołowiu od 1,1 do 113  $\mu\text{g}$  wynosząc średnio 16,7  $\mu\text{g}/100$  g m.m.

2. Badane mrożonki owocowo-warzywne a także owoce i przetwory owocowo-warzywne wykazały na ogół trochę niższe poziomy badanych metali niż warzywa świeże.

3. Stosunkowo częściej najwyższe poziomy badanych metali wykrywano w szpinaku mrożonym, w sałacie, szczypiorze oraz w podziemnych częściach warzyw (korzeń pietruszki, marchwi, rzodkiewki i seler).

4. Z uwagi na duże spożycie, ziemniaki mogą wносить do całodziennego pożywienia stosunkowo więcej badanych metali niż inne warzywa i owoce.

5. Zabieg obierania ziemniaków przyczynia się do obniżenia poziomów metali od 20 do 30% w stosunku do ziemniaków nieobratych, a mycie sałaty wpływa na obniżenie poziomu rtęci i ołowiu i nie wpływa na obniżenie poziomu kadmu.

6. Stosunek poziomów badanych metali w warzywach i w glebie pobranej z miejsc wzrostu tych roślin wykazuje przy przeliczeniu na suchą masę warzyw, że rośliny kumulują znacznie silniej rtęć i kadm niż ołów. Jednakże stwierdzone tu poziomy badanych metali zarówno w glebie jak i warzywach wydają się być bliskie zanieczyszczeniom naturalnym, stąd występujące w warzywach nawet maksymalne zawartości metalu nie budzą obaw natury sanitarno-higienicznej.

М. Набржиски, Р. Гаевска

## СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ, КАДМИЯ И СВИНЦА ВО ФРУКТАХ, ОВОЩАХ И В ПОЧВЕ

## Резюме

В работе представлены результаты исследования содержания ртути, кадмия и свинца в нескольких овощах и фруктах а также в некоторых фруктово-овощных замороженных продуктах и в почве, взятой в местах выращивания свежих овощей. Содержание металлов определяли спектрофотометрическим методом в виде дитизонатов. Пробы исследуемого материала минерализировали смесью концентрированных кислот: азотной, серной и хлорной.

Содержание ртути в свежих овощах содержалось в пределах от 0 до 6,0 мкг, в среднем — 0,6 мкг/100 г. Во фруктово-овощных замороженных изделиях содержание ртути находилось в пределах 0—0,8 мкг, составляя в среднем 0,1 мкг/100 г. В картофеле средний уровень ртути составлял 0,9 мкг/100 г, в очищенном от кожуры — на 20% меньше.

В свежих фруктах а также во фруктово-овощных замороженных изделиях и в джемах содержание ртути было приблизительно одинаковое и составляло доли мкг в 100 г продукта. Только в некоторых пробах яблок было установлено 6,6 мкг ртути/100 г.

Содержание кадмия в свежих овощах было более чем в 4 раза больше чем содержание ртути, а свинца — более чем в 20 раз больше чем ртути. Сходные или более низкие соотношения наблюдали в случае картофеля и замороженных овощей. В замороженных и свежих фруктах относительное содержание свинца было меньше чем в случае овощей.

Максимальный уровень свинца был установлен в state — 113 мкг/100 г, в редиске — 75 мкг/100 г и в зелёном луке — 65,8 мкг/100 г. В среднем содер-



жание исследуемых металлов в овощах и фруктах находится в пределах естественного загрязнения. Сравнительное содержание металлов в овощах и фруктах а также в почве в местах их выращивания было заключено, что растения сильнее абсорбируют из почвы кадмий чем ртуть и свинец.

M. Nabrzyski, R. Gajewska

### MERCURY, CADMIUM AND LEAD LEVELS IN FRUIT, VEGETABLES AND SOIL

#### Summary

The authors report the results of investigations on the levels of mercury, cadmium and lead in many popular vegetables and fruit, in certain kinds of frozen fruit and vegetables as well as in the soil from the site of growth of the studied fresh vegetables. The metals were determined spectrophotometrically as dithionates. Samples of the studied material were mineralized by the wet method with a mixture of concentrated acids  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HClO}_4$ .

The concentration of mercury in the fresh vegetables ranged from 0 to 6.0  $\mu\text{g w.m.}$ , its mean value was 0.6  $\mu\text{g}/100 \text{ g w.m.}$  In the frozen vegetables and fruit this level ranged from 0 to 0.8  $\mu\text{g}$  and the mean value was 0.1  $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ . In the potatoes the mean level was 0.9  $\mu\text{g}/100 \text{ g wet mass}$  but in the peeled potatoes this level was 20% lower than in not peeled potatoes.

In the fresh fruit and in frozen fruit and vegetables as well as in jams the mercury levels were similar amounting usually to fractions of  $\mu\text{g}/100 \text{ g w.m.}$  Only in certain sorts of apples this level was 6.6  $\mu\text{g}/100 \text{ g w.m.}$

Cadmium level in fresh vegetables was over four times as high as that of mercury and lead level over 20 times higher than that of mercury. Similar or lower proportions of these metals were found in potatoes and also in frozen vegetables. On the other hand, in frozen fruit and in fresh fruit the relative levels of lead were lower than in vegetables.

The highest level of lead was demonstrated in lettuce 113  $\mu\text{g}/100 \text{ g w.m.}$ , in radishes 75  $\mu\text{g}/100 \text{ g w.m.}$  and chive 65.8  $\mu\text{g}/100 \text{ g w.m.}$  Generally speaking the levels of metals found in the studied fruit and vegetables were within the range of natural impurities. Taking into account the quantitative proportions between metal levels in fresh vegetables and in the soil taken from the site of growth of these vegetables it seems that plants take up more cadmium and mercury than lead from the soil.

#### PIŚMIENNICTWO

1. *Auermann E.* i współautorzy: Cadmiumgehalt pflanzlicher Nahrungsmittel im Wirkungsbereich einer Bleihütte. *Die Nahrung*, 1979, 23, 875. — 2. *Chaney R. L., Hornick S. B.*: Accumulation and effect of cadmium on crops. *Proc. First International Cadmium Conference. Metals Bulletin*, London, 1978, 125. — 3. *Czarnecka K., Gworek B.*: Wstępne badania nad zawartością metali ciężkimi w glebach i roślinach po zastosowaniu osadu ścieków miejskich. *Materiały II Krajowej Konferencji nt. „Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi i siarką na przyrodnicze warunki rolnictwa. Cz. II. 47, Puławy Maj, 1980.* — 4. Evaluation of mercury, lead, cadmium and the food additives amaranth, diethylpyrocarbonate, and octyl gallate. *WHO Series No 4, Geneva 1972.* — 5. *Fabiszewski J., Brej T.*: Pobieranie przez liście i korzenie metali ciężkich zawartych w pyłach huty miedzi. *Materiały I Krajowej Konferencji nt. „Wpływ zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi na przyrodnicze warunki rolnictwa”. Cz. I. 87, Puławy Maj, 1978.* — 6. *Fuchs G.* i współaut.: The levels of lead, cadmium and zinc in vegetables. *Var Föda* 1976, 28, 160. — 7. *Gajewska R., Nabrzyski M., Lipka E.*: Oznaczenie zawartości ołowiu obok rtęci w rybach metodą ditiononową. *Bromat. Chem. Toksykol.* 1976, 9, 1. — 8. *Gajewska R.*: Oznaczenie kadmu obok rtęci w rybach. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 1977, 10, 35. — 9. *Gorsuch T. T.*: Radiochemical investigation on the recovery for analysis of trace elements in organic and biological materials. *Analyst* 1959, 84, 135. — 10. *Hordyńska S., Legatowa B., Kobylecka K., Różycka D., Strycharska M.*: Oznaczenie mikrogramowych ilości rtęci w ryżu. *Roczn. PZH.*, 1969, 20, 391.

11. *Kabata-Pendias A., Pendias H.*: Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym. Wyd. Geologiczne. Warszawa 1979. — 12. *Nabrzyski M.*: Improvements in the wet oxidation — dithizone method for determining low mercury levels in food, *Anal. Chemistry* 1973, 45, 2438. — 13. *Nikonorow M.*: Zanieczyszczenia chemiczne i biologiczne żywności. Wyd. II, W-wa, WNT, 1980. — 14. Oznaczanie zawartości pierwiastków śladowych oraz siarki w glebach i roślinach. Opracowanie zbiorowe do użytku wewnętrznego pod redakcją *A. Kabaty-Pendias*. IUNG Puławy 1978. — 15. *Pfannhauser W., Pechanek U.*: Belastung der Nahrung in Östreich mit Toxischen Schwermetallen. *Lebensmittel u. Ernährung* 1977, 30, 88.

Dn. 10 VI 1981 r.

80-416 Gdańsk-Wrzeszcz, ul. K. Marksa 107.