

KADM I OŁÓW W PRODUKTACH ROLNICZYCH W ŚWIETLE BADAŃ MONITORINGOWYCH PROWADZONYCH W LATACH 1995–2002 NA DOLNYM ŚLĄSKU

Andrzej Kucharzewski, Lech Nowak, Elżbieta Chylińska

Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska,
Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Klasyczne badania monitoringowe jakości gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych zaakceptowane przez Ministerstwo Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej rozpoczęto w Polsce po raz pierwszy w 1995 roku. Miały one na celu systematyczne badanie stanu zanieczyszczenia, m.in. produktów rolniczych. W produktach tych analizowano zawartości metali ciężkich i siarki, pozostałości środków ochrony roślin, azotanów w warzywach oraz ochratoksyny A w ziarnie zbóż.

W pierwszym okresie badań (1995–1997) próbki surowców roślinnych pobierano w tych samych punktach, zlokalizowanych w pięciu różnych regionach Polski, dobranych w taki sposób, aby reprezentowały uprawy całego kraju. Natomiast od roku 1998 badania monitoringowe prowadzono w cyklu 3-letnim, polegającym na tzw. „zegarowym” systemie pobierania próbek, co pozwoliło objąć badaniami obszar całego kraju [RAPORT 1999; SZTEKE, BOGUSZEWSKA 2000].

Badania monitoringowe prowadzone na Dolnym Śląsku były składową częścią badań krajowych i realizowane były przez Okręgową Stację Chemiczno-Rolniczą we Wrocławiu.

Materiał i metody badań

Materiałem badawczym były produkty rolnicze najczęściej spotykane w przeciętnej diecie człowieka, tj. truskawki, jabłka, ogórki, kapusta biała, marchew, ziemniaki oraz ziarno żyta i pszenicy. Próbki surowców roślinnych pobierane były bezpośrednio z upraw plantacji towarowych w gospodarstwach rolnych w wytypowanych punktach kontrolnych, zgodnie ze szczegółowymi zasadami określonymi w instrukcji dla poszczególnych gatunków roślin.

Punktami kontrolnymi w latach 1995–1997 były na stałe określone 4 miejscowości (wsie) w województwach: wrocławskim, legnickim i wałbrzyskim. W roku 1999 punkty badawcze zlokalizowano w 13, a w 2000 roku w 16 miejscowościach, we wszystkich powiatach województwa dolnośląskiego. Od roku 2001 badania prowadzono w części punktów, by w cyklu 3-letnim objąć nimi wszystkie wytypowane miejscowości.

W pierwszym okresie badań (1995–1997) każdy gatunek rośliny pobierany był z pięciu różnych plantacji (pól) w punkcie, w latach 1999–2000 z czterech plantacji, a w latach następnych z minimum trzech plantacji i przygotowywany do badań jak do konsumpcji. Następnie materiał homogenizowano i poddawano procesowi mineralizacji termicznej w temperaturze 450–500°C. Otrzymany popiół rozpuszczano w wodnym roztworze HCl (1 : 1).

Zawartość kadmu i ołowiu w mineralizatach oznaczono metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej (FASA), uwzględniając zagęszczenie kompleksu metalu z APDC do fazy organicznej ketonu MBIK. Kontrolę jakości badań prowadzono m.in. poprzez stosowanie materiałów referencyjnych.

Uzyskane wyniki zawartości kadmu i ołowiu w produktach rolniczych wyrażono w mg·kg⁻¹ świeżej masy i oceniono w porównaniu do najwyższych dopuszczalnych zawartości (NDZ) ustalonych w Polsce na podstawie Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 27 grudnia 2000 roku [ROZPORZĄDZENIE 2001].

Wyniki i dyskusja

Zawartość kadmu i ołowiu w poszczególnych gatunkach roślin uprawnych w 4 punktach kontrolnych Dolnego Śląska uzyskana w badaniach przeprowadzonych w latach 1995–1997 przedstawiona została w tab. 1 i 2. Każdy gatunek analizowanej w tym okresie rośliny reprezentowany był corocznie przez 20 próbek.

Tabela 1; Table 1

Zawartość kadmu (mg·kg⁻¹ świeżej masy) w produktach rolniczych
Cadmium content (mg·kg⁻¹ fresh matter) in agricultural products

Produkt Product	NDZ	1995		1996		1997	
		zakres; range średnia; average	n / % > NDZ	zakres; range średnia; average	n / % > NDZ	zakres; range średnia; average	n / % > NDZ
Truskawki Strawberries	0,03	$\frac{0,004-0,053}{0,012}$	2 / 10,0	$\frac{0,001-0,068}{0,016}$	2 / 10,0	$\frac{0,004-0,043}{0,014}$	1 / 5,0
Jabłka Apples	0,02	$\frac{0,001-0,006}{0,003}$	0 / 0,0	$\frac{0,001-0,008}{0,002}$	0 / 0,0	$\frac{0,002-0,014}{0,006}$	0 / 0,0
Ogórki Cucumbers	0,03	$\frac{0,005-0,025}{0,010}$	0 / 0,0	$\frac{0,001-0,007}{0,003}$	0 / 0,0	$\frac{0,002-0,012}{0,006}$	0 / 0,0
Marchew Carrots	0,08	$\frac{0,002-0,037}{0,012}$	0 / 0,0	$\frac{0,002-0,054}{0,014}$	0 / 0,0	$\frac{0,004-0,108}{0,041}$	3 / 15,0
Kapusta Cabbages	0,03	$\frac{0,002-0,014}{0,006}$	0 / 0,0	$\frac{0,01-0,014}{0,005}$	0 / 0,0	$\frac{0,004-0,025}{0,012}$	0 / 0,0
Ziemniaki Potatoes	0,05	$\frac{0,003-0,022}{0,011}$	0 / 0,0	$\frac{0,005-0,030}{0,014}$	0 / 0,0	$\frac{0,005-0,059}{0,033}$	3 / 15,0
Zyto Rye	0,05	$\frac{0,019-0,048}{0,030}$	0 / 0,0	$\frac{0,009-0,048}{0,024}$	0 / 0,0	$\frac{0,040-0,080}{0,050}$	3 / 15,0
Pszennica Wheat	0,10	$\frac{0,036-0,145}{0,072}$	4 / 20,0	$\frac{0,018-0,141}{0,041}$	1 / 5,0	$\frac{0,040-0,180}{0,088}$	6 / 30,0

NDZ najwyższa dopuszczalna zawartość; maximum permissible level

n liczba próbek; number of samples

Jak wynika z danych zamieszczonych w cytowanych tabelach w większości przypadków wyniki badań są bardzo zbliżone. Dotyczy to szczególnie zakresów zawartości oraz zawartości średnich. W zasadzie nie zaobserwowano jednoznacznych tendencji w kształtowaniu się średnich zawartości kadmu i ołowiu w kolejnych latach badań. Nie stwierdzono przekroczeń najwyższych dopuszczalnych zawartości kadmu w jabłkach, ogórkach i kapuście. Niezależnie od roku badań, przekroczenia NDZ kadmu były charakterystyczne dla 5–10% próbek truskawek i 5–30% próbek ziarna pszenicy. W 3. roku badań zaobserwowano wyższe od dopuszczalnych zawartości kadmu w 15% próbek marchwi, ziarna żyta i ziemniaków. Jabłka, ogórki i ziemniaki poza jednostkowymi przypadkami nie wykazywały dopuszczalnych przekroczeń zawartości ołowiu. Natomiast truskawki i ziarno zbóż wykazały tendencję do kumulowania tego pierwiastka, czego wyrazem były przekroczenia NDZ ołowiu w 5–45% próbek truskawek, 5–50% próbek ziarna żyta i 20–85% ziarna pszenicy oraz wyższe od dopuszczalnych średnie zawartości tego metalu w tych surowcach.

Tabela 2; Table 2

Zawartość ołowiu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy) w produktach rolniczych
Lead content ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh matter) in agricultural products

Produkt Product	NDZ	1995		1996		1997	
		zakres; range średnia; average	n / % > NDZ	zakres; range średnia; average	n / % > NDZ	zakres; range średnia; average	n / % > NDZ
Truskawki Strawberries	0,20	$\frac{0,08-0,25}{0,12}$	1 / 5,0	$\frac{0,05-0,34}{0,12}$	3 / 15,0	$\frac{0,09-0,55}{0,24}$	9 / 45,0
Jabłka Apples	0,20	$\frac{0,01-0,06}{0,03}$	0 / 0,0	$\frac{0,01-0,21}{0,06}$	1 / 5,0	$\frac{0,03-0,14}{0,07}$	0 / 0,0
Ogórki Cucumbers	0,20	$\frac{0,01-0,05}{0,03}$	0 / 0,0	$\frac{0,02-0,17}{0,05}$	0 / 0,0	$\frac{0,04-0,27}{0,09}$	1 / 5,0
Marchew Carrots	0,20	$\frac{0,02-0,17}{0,07}$	0 / 0,0	$\frac{0,02-0,27}{0,11}$	4 / 20,0	$\frac{0,03-0,15}{0,09}$	0 / 0,0
Kapusta Cabbages	0,20	$\frac{0,02-0,17}{0,04}$	0 / 0,0	$\frac{0,01-0,49}{0,12}$	5 / 25,0	$\frac{0,03-0,12}{0,07}$	0 / 0,0
Ziemniaki Potatoes	0,20	$\frac{0,03-0,12}{0,06}$	0 / 0,0	$\frac{0,03-0,40}{0,10}$	1 / 5,0	$\frac{0,04-0,22}{0,09}$	1 / 5,0
Żyto Rye	0,30	$\frac{0,10-0,51}{0,20}$	2 / 10,0	$\frac{0,20-0,70}{0,45}$	10 / 50,0	$\frac{0,13-0,44}{0,9}$	1 / 5,0
Pszenica Wheat	0,20	$\frac{0,08-0,40}{0,17}$	4 / 20,0	$\frac{0,14-0,86}{0,40}$	17 / 85,0	$\frac{0,12-0,41}{0,21}$	8 / 40,0

NDZ najwyższa dopuszczalna zawartość; maximum permissible level

n liczba próbek; number of samples

W tabeli 3 dla porównania zestawiono wyniki uzyskane na przestrzeni kolejnych 2 lat z wszystkich punktów badawczych województwa dolnośląskiego. Zdecydowanie wyższa populacja analizowanych gatunków roślin wykazała podobny zakres zawartości kadmu i ołowiu. Potwierdziło się także wyraźne zanieczyszczenie tymi pierwiastkami śladowymi upraw truskawek i zbóż.

Tabela 3; Table 3

Zawartość kadmu i ołowiu ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy) w produktach rolniczych w latach 1999–2000Cadmium and lead contents ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh matter) in agricultural products in year 1999–2000

Produkt Product	Cd			Pb		
	NDZ	zakres; range średnia; average	n / % > NDZ	NDZ	zakres; range średnia; average	n / % > NDZ
Truskawki Strawberries n = 116	0,03	$\frac{0,003-0,083}{0,018}$	19 / 16,4	0,20	$\frac{0,05-0,94}{0,25}$	51 / 44,0
Jablka Apples n = 117	0,02	$\frac{0,001-0,006}{0,002}$	0 / 0,0	0,20	$\frac{0,01-0,09}{0,03}$	0 / 0,0
Ogórki Cucumbers n = 116	0,03	$\frac{0,002-0,052}{0,011}$	11 / 9,5	0,20	$\frac{0,03-0,24}{0,07}$	0 / 0,0
Marchew Carrots n = 112	0,08	$\frac{0,002-0,103}{0,026}$	1 / 0,9	0,20	$\frac{0,03-0,20}{0,08}$	0 / 0,0
Kapusta Cabbages n = 117	0,03	$\frac{0,001-0,042}{0,005}$	1 / 0,8	0,20	$\frac{0,00-0,14}{0,03}$	0 / 0,0
Ziemniaki Potatoes n = 117	0,05	$\frac{0,004-0,047}{0,018}$	0 / 0,0	0,20	$\frac{0,01-0,55}{0,13}$	15 / 12,9
Żyto Rye n = 74	0,05	$\frac{0,010-0,080}{0,038}$	18 / 24,3	0,30	$\frac{0,04-1,35}{0,21}$	6 / 8,1
Pszemica Wheat n = 100	0,10	$\frac{0,010-0,130}{0,062}$	4 / 4,0	0,20	$\frac{0,05-0,68}{0,20}$	31 / 31,0

NDZ najwyższa dopuszczalna zawartość; maximum permissible level

n liczba próbek; number of samples

Wyniki uzyskane w następnych latach (2001–2002), każdorazowo z innej partii wcześniej ustalonych punktów badawczych, w zasadzie nie odbiegały od wyników uzyskanych w latach wcześniejszych. Nie stwierdzono przekroczeń NDZ kadmu w ogórkach, kapuście, ziemniakach i w większości jabłek oraz NDZ ołowiu w kapuście, jabłkach i ogórkach. Wyniki uzyskane w tych latach badań potwierdziły wcześniej zaobserwowane zjawisko silnego zanieczyszczenia tymi pierwiastkami śladowymi owoców truskawek i ziarna zbóż.

Siedmioletni okres badań pozwolił na prześledzenie zmian w kształtowaniu się zawartości kadmu i ołowiu w analizowanych produktach rolniczych. Z danych zawartych w tabeli 4 wynika, że średnie zawartości kadmu i ołowiu w poszczególnych latach w większości analizowanych produktów rolniczych (jabłka, ogórki, marchew, kapusta, ziemniaki) były zdecydowanie niższe od zawartości dopuszczalnych. Jednakże niepokojące były stwierdzone w niektórych latach wyższe od dopuszczalnych średnie zawartości kadmu i ołowiu w ziarnie żyta i owocach truskawek oraz oscylujące wokół NDZ stosunkowo wysokie średnie zawartości

kadm w ziarnie pszenicy. Także średnia zawartość ołowiu w ziarnie pszenicy wykazywała w większości przypadków przekroczenia zawartości dopuszczalnych przez polskie ustawodawstwo.

Tabela 4; Table 4

Najwyższe dopuszczalne (NDZ) i średnie zawartości kadmu i ołowiu
($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ś.m.) w produktach rolniczych w latach 1995–2002
Maximum permissible level (NDZ) and mean cadmium and lead contents
($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ fresh matter) in agricultural products sampled in 1995–2002

Pierwiastek Element	Produkt Product	Lata; Years							
		NDZ	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002
Cd	truskawki strawberries	0,03	0,012	0,016	0,014	0,011	0,024	0,051	0,016
	jabłka apples	0,02	0,003	0,002	0,006	0,003	0,001	0,003	0,016
	ogórki cucumbers	0,03	0,010	0,003	0,006	0,018	0,006	0,005	0,008
	marchew carrots	0,08	0,012	0,014	0,041	0,026	0,023	0,041	0,023
	kapusta cabbages	0,03	0,006	0,005	0,012	0,004	0,006	0,004	0,015
	ziemniaki potatoes	0,05	0,011	0,014	0,033	0,018	0,016	0,016	0,015
	żyto rye	0,05	0,030	0,024	0,051	0,050	0,020	0,046	0,061
	pszenica wheat	0,10	0,072	0,041	0,088	0,080	0,050	0,078	0,085
Pb	truskawki strawberry	0,20	0,12	0,12	0,24	0,17	0,31	0,13	0,16
	jabłka apples	0,20	0,03	0,03	0,07	0,05	0,02	0,05	0,10
	ogórki cucumbers	0,20	0,03	0,05	0,09	0,07	0,06	0,03	0,10
	marchew carrots	0,20	0,07	0,11	0,09	0,09	0,06	0,06	0,10
	kapusta cabbages	0,20	0,04	0,12	0,07	0,04	0,02	0,04	0,09
	ziemniaki potatoes	0,20	0,06	0,10	0,09	0,18	0,08	0,07	0,15
	żyto rye	0,30	0,20	0,45	0,19	0,18	0,24	0,19	0,31
	pszenica wheat	0,20	0,17	0,40	0,21	0,21	0,19	0,23	0,26

NDZ – najwyższa dopuszczalna zawartość; maximum permissible level

Taki układ wyższych średnich zawartości kadmu i ołowiu w analizowanych produktach pochodzących z rejonu dolnośląskiego w porównaniu do średnich krajowych [RAPORT 1999, 2001] tłumaczyć można warunkami glebowymi. Większość upraw usytuowana była na glebach średnich i ciężkich, będących w dobrej

kulturze i z natury wykazujących wyższą zawartość tych pierwiastków [KUCHARZEWSKI, NOWAK 2004]. Całkowita zawartość kadmu w glebach pól, na których uprawiano analizowane rośliny, wynosiła średnio $0,30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, przy wahaniami od $0,09$ do $2,21 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, a ołowiu $23,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, przy wahaniami od $9,2$ do $186,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Naturalne w takiej sytuacji są wyższe zawartości oznaczanych metali w produktach roślinnych, co wykazano wcześniejszymi doniesieniami [KUCHARZEWSKI, DĘBOWSKI 2001].

Wnioski

1. Zróżnicowanie zawartości kadmu i ołowiu w produktach rolniczych zależne jest od rejonu uprawy i gatunku rośliny.
2. Jabłka, ogórki, kapusta, marchew i ziemniaki uprawiane w regionie dolnośląskim nie są narażone na zanieczyszczenie tymi pierwiastkami – incydentalne przekroczenia NDZ kadmu i ołowiu nie stwarzają zagrożenia dla zdrowia konsumentów.
3. Przekroczenia dopuszczalnych zawartości kadmu i ołowiu w truskawkach i ziarnie żyta oraz ołowiu w ziarnie pszenicy wskazują na potrzebę weryfikacji upraw i są sygnałem o celowości prowadzenia prac monitoringowych.

Literatura

- KUCHARZEWSKI A., DĘBOWSKI M. 2001. *Jakość płodów rolnych w województwie dolnośląskim. (Metale ciężkie i siarka)*. Wyd. SChR O/Wrocław: 67 ss.
- KUCHARZEWSKI A., NOWAK L. 2004. *Kadm i ołów w glebach ornych Dolnego Śląska*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 501: 235–241.
- RAPORT 1999. *Raport z badań monitorowych nad jakością gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych w 1998 roku*. Praca zbiorowa, Wyd. Edukacyjne ZAK, Warszawa.
- RAPORT 2001. *Raport z badań monitoringowych jakości gleb, roślin, produktów rolniczych i spożywczych w 2001 roku*. Praca zbiorowa, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE 2001. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 27 grudnia 2000 r. w sprawie wykazu dopuszczalnych ilości substancji dodatkowych i innych substancji obcych dodawanych do środków spożywczych lub używek, a także zanieczyszczeń, które mogą znajdować się w ośrodkach spożywczych lub używkach*. Dz.U. RP Nr 9, poz. 72 z dnia 5 lutego 2001 r.
- SZTEKE B., BOGUSZEWSKA M. 2000. *Kadm w jadalnych surowcach roślinnych w Polsce – Wyniki badań monitorowych z lat 1995–1998*. Zesz. Nauk. Kom. „Człowiek i Środowisko” PAN 26: 327–335.

Słowa kluczowe: kadm, ołów, pierwiastki śladowe, monitoring, produkty

Streszczenie

W opracowaniu przedstawiono badania monitoringowe prowadzone w województwie dolnośląskim w latach 1995–2002 przez OSChR we Wrocławiu. Dotyczyły one oznaczeń zawartości kadmu i ołowiu w produktach rolniczych, najczęściej spotykanych w przeciętnej diecie człowieka, tj. w ziemniakach, marchwi, kapuście, ogórkach, jabłkach oraz w ziarnie żyta i pszenicy. Dokonano oceny uzyskanych wyników w oparciu o obowiązujące w Polsce akty prawne, określające maksymalne dopuszczalne zawartości substancji obcych w świeżych produktach spożywczych. Wykazano znaczne zróżnicowanie zawartości kadmu i ołowiu w analizowanych produktach roślinnych, zależne od rejonu uprawy i gatunku rośliny oraz że większość produktów (jabłka, ogórki, kapusta, marchew i ziemniaki) nie jest narażona na zanieczyszczenie tymi pierwiastkami śladowymi. Ale jednocześnie wskazano na przekroczenia najwyższych dopuszczalnych średnich zawartości kadmu i ołowiu w uprawach truskawek i ziarnie żyta oraz powtarzające się przez kolejne lata przekroczenia dopuszczalnej średniej zawartości ołowiu w ziarnie pszenicy. Uzyskane informacje potwierdzają celowość prowadzenia tego typu badań – pozwalają na bieżąco śledzić zmiany zachodzące w czasie w badanym układzie.

CADMIUM AND LEAD IN AGRICULTURAL PRODUCTS AS REVEALED BY MONITORING STUDIES CONDUCTED WITHIN 1995–2002 IN LOWER SILESIA

Andrzej Kucharzewski, Lech Nowak, Elżbieta Chylińska
Department of Agricultural Basis for Environment Planning,
Agricultural University, Wrocław

Key words: cadmium, lead, trace elements, monitoring, agricultural products

Summary

Paper presents the monitoring studies conducted in Lower Silesia province within 1995–2002 by OSChR (Regional Station of Agricultural Chemistry) Wrocław. The studies dealt with assaying the contents of cadmium and lead in agricultural products most frequently included into human diet, i.e. potatoes, carrot, cabbage, cucumbers, apples and grain of rye and wheat. The results were evaluated on the basis of Polish standards that establish legal limits for the content of foreign substances in fresh food products. A considerable differentiation of cadmium and lead content was revealed in analyzed plant products, that depended on cultivation region and plant species; the most of products (apples, cucumbers, cabbage, carrots and potatoes) were not subjected to contamination by these trace elements. However, concurrently, it was indicated that the highest permitted limits of cadmium and lead content in strawberries and rye grain had been exceeded, including the annually recurring excesses on mean allowed lead

content in wheat grain. The information obtained confirm that the studies are purposeful as they are able to keep track on changes ongoing in the system under study.

Dr inż. Andrzej **Kucharzewski**
Katedra Rolniczych Podstaw Kształtowania Środowiska
Akademia Rolnicza
Plac Grunwaldzki 24
50-363 WROCLAW
e-mail: hd@ozi.ar.wroc.pl