

SYLWIA SIEBIELEC¹, GRZEGORZ SIEBIELEC², WIOLETTA SAMOLIŃSKA³

¹Zakład Mikrobiologii Rolniczej

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

²Zakład Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów

Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy

³Zakład Bromatologii i Fizjologii Żywnienia

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ZAWARTOŚĆ OŁOWIU I KADMU W WYBRANYCH WARZYWACH WOJEWÓDZTWA LUBELSKIEGO

THE CONTENT OF LEAD AND CADMIUM IN SELECTED VEGETABLES
IN THE LUBLIN REGION

Abstrakt

Wstęp. Warzywa są nieodłącznym elementem diety człowieka, a o ich wysokiej jakości decyduje między innymi zawartość niezbędnych składników mineralnych oraz jak najmniejsza ilość pierwiastków niepożądanych. Celem pracy była ocena poziomu zawartości ołowiu i kadmu w wybranych warzywach, pozyskanych w województwie lubelskim na tle obowiązujących zawartości dopuszczalnych i istniejących limitów spożycia tych pierwiastków.

Material i metody. Materiał badawczy stanowiły wybrane losowo warzywa kupione w sklepach osiedlowych oraz supermarketach na terenie województwa lubelskiego. Badanie przeprowadzono na grochu, soczewicy, ziemniakach, grzybach leśnych, papryce, kapuście, brokułach, pomidorach, ogórkach, ogórkach kiszonych, burakach oraz marchwi. Informacje dotyczące wielkości spożycia wyżej wymienionych warzyw pozyskano z opracowań Głównego Urzędu Statystycznego. Zawartość Pb i Cd oznaczono metodą spektrometrii mas sprzężoną z plazmą wzbudzoną indukcyjnie (ICP-MS) na aparacie AGILENT 7500CE.

Wyniki. Największą ilością ołowiu odznaczała się papryka (11,51 µg/kg), natomiast kadmu – grzyb opieńka (418,94 µg/kg). Grupy warzyw i zawartość występujących w nich badanych pierwiastków skonfrontowano z obecnie obowiązującymi limitami (PTMI – Provisional Tolerable Monthly Intake; BMDL – Benchmark Dose Lower Confidence Limit). Do średniej racji pokarmowej najwięcej ołowiu oraz kadmu wносиła grupa produktów pod nazwą warzywa (inne), tj. ok. 33% dawki ołowiu oraz ok. 60% dawki kadmu pochodzących ze wszystkich warzyw.

Wnioski. W żadnym z przebadanych warzyw nie stwierdzono przekroczeń obecnie obowiązujących wskaźników, tj. PTMI czy BMDL.

Słowa kluczowe: pierwiastki śladowe, kadm, ołów, warzywa

Wstęp

Pierwiastki śladowe są naturalnym i nieodłącznym elementem środowiska przyrodniczego. Poziom ich zawartości w warzywach kształtowany jest przez wiele czynników, m.in. obecność tych pierwiastków w środowisku naturalnym, jak również ich ilość dostająca się do gleby wraz z nawozami mineralnymi (Kabata-Pendias i Pendias, 1999).

Niektóre z pierwiastków, np. miedź, cynk oraz mangan, pełnią funkcje niezbędnych mikroelementów dla roślin, inne natomiast, takie jak np. ołów, kadm, arsen, nie są istotne dla fizjologii, a ich nadmiar może być dla organizmów żywych wręcz toksyczny (Karczewska i Kabała, 2002; Notten i in., 2005). Obecność kadmu i ołowiu w glebach uzależniona jest w głównej mierze od parametrów fizykochemicznych, takich jak próchnica, skład granulometryczny czy odczyn gleby. Ich koncentracja w glebie łączy się również z emisją do atmosfery pewnych ilości pyłów, odległością od dróg, zakładów przemysłowych czy ukształtowaniem terenu (Gorlach i Gambuś, 2000; Grigalavičienė i in., 2005). Wpływ na zawartość składników mineralnych i pierwiastków w roślinie mają także odmiana, warunki glebowe i pogodowe, stosowanie nawozów oraz stan dojrzałości roślin podczas zbiorów (Bálint i in., 2001; Hattori i Chino, 2001). Pierwiastki śladowe obecne na powierzchni roślin w większości przypadków usuwane są wskutek starannego mycia warzyw przed przystąpieniem do konsumpcji, natomiast pierwiastki zaabsorbowane przez korzenie zostają wbudowane w tkanki, co wiąże się z możliwością wystąpienia zagrożenia zdrowotnego dla osób spożywających żywność zanieczyszczoną (Gambuś i Wieczorek, 1995).

Zarówno kadm, jak i ołów należą do pierwiastków potencjalnie toksycznych, które w sposób niekorzystny mogą oddziaływać na organizm człowieka, w tym zaburzać jego prawidłowe funkcjonowanie. Na akumulację tych metali w organizmie człowieka ma wpływ wiele czynników, do których w głównej mierze możemy zaliczyć poziom narażenia i drogi ich wchłaniania, wynikające ze stopnia zanieczyszczenia środowiska, a w dalszej mierze sposób żywienia (Seńczuk, 2005; Andrejko i Andrejko, 2009). Istotną staje się kontrola żywności pod względem przedostających się do niej zanieczyszczeń, w tym pierwiastków toksycznych, gdyż wiele z nich może oddziaływać kancerogennie, teratogennie bądź mutagennie na organizm człowieka. Ponadto wynikające ze spożywania żywności zanieczyszczonej pierwiastkami śladowymi niekorzystne skutki zdrowotne dla organizmu człowieka ujawniają się niekiedy nawet po wielu latach (Kondej, 2007). Celem niniejszej pracy była ocena zawartości ołowiu i kadmu w wybranych warzywach pozyskanych w województwie lubelskim na tle obowiązujących dopuszczalnych norm i istniejących wskaźników spożycia tych pierwiastków.

Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły wybrane losowo warzywa, takie jak groch strączkowy, soczewica, ziemniaki, grzyby opieńki, papryka czerwona, kapusta pekińska, brokuły, pomidory, ogórki, ogórki kiszzone, buraki i marchew. Kupiono je w sklepach osiedlowych oraz supermarketach na terenie województwa lubelskiego. Ze wszystkich wymienionych warzyw pozyskanych z różnych źródeł pobrano pięć próbek. Dane Głównego

Urzędu Statystycznego (2012; 2014; 2017) dostarczyły informacji na temat udziału poszczególnych grup warzyw w diecie. Konieczność wykorzystania informacji z różnych lat wynikała z niejednorodnego układu konkretnych warzyw w zestawieniach GUS, w których nie wszystkie istotne dla badań rośliny podawano w każdym roku. Ujęte w opracowaniu GUS grupy i podgrupy produktów stanowiły: nasiona roślin strączkowych (w niniejszych badaniach groch strączkowy i soczewica), ziemniaki, inne warzywa (papryka, brokuły), kapusta (kapusta pekińska), pomidory, ogórki, buraki, marchew, przetwory warzywne (ogórki kiszane), grzyby leśne (grzyby opieńki). Pozyskane próbki żywności w stanie świeżym zostały roztworzone w stężonym kwasie azotowym (Baker Instra-Analyzed) w piecu mikrofalowym (MarsXpress, CEM Corp., USA). Stężenie ołowiu i kadmu w roztworach próbek oznaczono metodą spektrometrii mas sprzężoną z plazmą wzbudzaną indukcyjnie (ICP-MS) na aparacie AGILENT 7500CE. W celu kontroli jakości oznaczeń w każdej serii co dziesięć próbek włączono certyfikowany materiał referencyjny 184-CTA-OTL. Ponadto losowo wybrane próbki analizowano w powtórzeniach. Procent odzysku z próbki referencyjnej wynosił dla Pb i Cd odpowiednio 96% i 99%.

Wyniki badań odniesiono do dopuszczalnej zawartości pierwiastków, które określono w aktualnych przepisach. W przypadku ołowiu było to Rozporządzenie Komisji (UE) nr 420/2011 z dnia 29 kwietnia 2011 r., zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (dopuszczalne limity zawartości Pb dla warzyw wykorzystanych w badaniach: 100–300 µg/kg) (Komisja Europejska, 2011). W przypadku kadmu zastosowano kryteria określone w Rozporządzeniu Komisji (UE) nr 488/2014 z dnia 12 maja 2014 r. zmieniającym rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów kadmu w środkach spożywczych (dopuszczalne limity zawartości Cd dla warzyw wykorzystanych w badaniach: 100–200 µg/kg) (Komisja Europejska, 2014). Następnie otrzymane wyniki przeliczono według danych pochodzących z badania budżetów gospodarstw domowych, a oszacowane w ten sposób pobranie ołowiu i kadmu wraz z określoną grupą warzyw zostało skonfrontowane z obecnie obowiązującymi wskaźnikami gwarantującymi bezpieczeństwo dla zdrowia.

W roku 2011 Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Substancji Dodatkowych (JECFA) i Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) zaproponowały wskaźnik tolerowanego spożycia kadmu jako miesięczną wartość w postaci PTMI (Provisional Tolerable Monthly Intake) ustaloną na poziomie 25 µg/kg masy ciała (WHO, 2011a; 2011b). W roku 2010 EFSA wprowadziła także wskaźnik dotyczący najniższej dopuszczalnej dawki ołowiu BMDL (Benchmark Dose Lower Confidence Limit), związany z wywoływaniem ściśle określonego działania na organizm człowieka (EFSA, 2010). Dopuszczalna wartość wskaźnika BMDL01 dla dzieci (działanie neurotoksyczne) stanowi 0,50 µg/kg mc/dzień, a dla osób dorosłych wartości niezagrażające zdrowiu wynoszą kolejno BMDL10 – 0,63 µg/kg mc/dzień (działanie nefrotoksyczne) oraz BMDL01 – 1,50 µg/kg mc/dzień (zaburzenia sercowo-naczyniowe). Uzyskane wyniki zawartości ołowiu i kadmu w badanych warzywach przeliczono na podstawie powyższych aktualnych wskaźników dla osoby dorosłej o masie ciała wynoszącej 70 kg w celu oceny stopnia narażenia zdrowotnego, jakie stwarza obecność tych pierwiastków w diecie.

Wyniki badań i dyskusja

W żadnym z badanych warzyw nie stwierdzono przekroczenia poziomu ołowiu i kadmu względem obecnie obowiązującej dopuszczalnej ilości (Komisja Europejska, 2011; 2014). Największą ilość ołowiu, na poziomie 11,51 $\mu\text{g}/\text{kg}$, oznaczono w papryce (wyniki zawartości metali w warzywach podawane są w przeliczeniu na świeżą masę). Warzywa, takie jak groch strączkowy (0,44 $\mu\text{g}/\text{kg}$), brokuły (0,76 $\mu\text{g}/\text{kg}$), pomidor (0,60 $\mu\text{g}/\text{kg}$) oraz ogórek (0,86 $\mu\text{g}/\text{kg}$) charakteryzowały się wartościami niższymi niż 1 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Najwyższą zawartość kadmu stwierdzono w opieńkach (418,94 $\mu\text{g}/\text{kg}$), natomiast najmniejszą w ogórkach (0,29 $\mu\text{g}/\text{kg}$).

Tońska i in. (2015) przeprowadzili podobne badania dotyczące występowania pierwiastków śladowych w wybranych warzywach. Obejmowały one analizę zawartości ołowiu i kadmu w marchwi pochodzącej z uprawy ekologicznej. Stwierdzono w niej obecność tych pierwiastków, przy czym ich poziom był znacznie niższy od dopuszczalnych norm. Natomiast badania wybranych surowców roślinnych pochodzących z upraw konwencjonalnej i ekologicznej prowadzone przez Kawecką i in. (2013) dowiodły, iż zawartość kadmu w marchwi przekracza dopuszczalne poziomy tego pierwiastka. Ponadto obserwowany poziom zanieczyszczeń marchwi był zbliżony do wartości notowanych w Danii (Andersen i in., 2004). Z kolei Nedelescu i in. (2015) badali marchew z dwóch obszarów przemysłowych Rumunii. W tym przypadku również wykazano wyższą zawartość kadmu w porównaniu do obowiązujących norm.

Szwalec i Mundała (2012) analizowali zawartość ołowiu i kadmu w warzywach korzeniowych, tj. marchwi, pietruszce, selerze oraz buraku ćwikłowym, pochodzących z wybranych ogródków działkowych. Badania dotyczące ilości ołowiu pozwoliły stwierdzić, iż nie wystąpiły przekroczenia obowiązującej go dopuszczalnej zawartości. Natomiast oznaczona w korzeniach spichrzowych marchwi i buraków ćwikłowych zawartość kadmu w niektórych rejonach była wyższa niż limity określone przez Komisję Europejską (2011). Śmiechowska i Florek (2011) ustaliły poziom m.in. ołowiu i kadmu w warzywach takich jak marchew, pietruszka oraz ziemniaki, pochodzących z uprawy konwencjonalnej, ekologicznej oraz działkowej. Stwierdzono, iż zawartość ołowiu i kadmu mieści się w dopuszczalnym zakresie, ponadto ilość tych pierwiastków nie różniła się w zależności od uprawy, z której pochodziły warzywa. Wyniki uzyskane przez Bartodziejską i in. (2010), w przeciwieństwie do prezentowanych wcześniej rezultatów, wykazały przekroczenia dopuszczalnych norm analizowanego poziomu pierwiastków śladowych. Badaniom zostały poddane pochodzące z targowisk następujące warzywa: kapusta biała, sałata, burak ćwikłowy, kalafior, marchew, ogórek oraz pomidor. Największe zawartości kadmu i ołowiu, a także odchylenia od stosownych norm stwierdzono w kapuście białej, sałacie, kalafiorze oraz buraku ćwikłowym.

Dostępne wyniki literaturowe dotyczące zawartości ołowiu oraz kadmu w grzybach również nie zawsze są jednoznaczne. W prezentowanych badaniach spośród wszystkich przebadanych roślin to właśnie grzyby opieńki odznaczały się najwyższym poziomem kadmu (418,94 $\mu\text{g}/\text{kg}$), jednakże wartość ta nie przekraczała obecnie obowiązujących norm (tab. 1). Zawartość ołowiu w tych grzybach wynosiła 9,66 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Spodniewska i in. (2009) prowadzili badania dotyczące poziomu ołowiu i kadmu w grzybach takich jak pieprznik jadalny oraz kurki. Otrzymane wyniki nie wykazały przekroczenia zawartości potencjalnie toksycznych pierwiastków w przeanalizowanych grzybach, co świad-

czyło o tym, że ich konsumpcja w tym zakresie jest bezpieczna dla zdrowia. Adamiak i in. (2013) także nie odnotowali przekroczeń dopuszczalnych norm zawartości ołowiu w borowiku szlachetnym, koźlarzu czerwonym oraz podgrzybku brunatnym. Zanieczyszczenie kadmem stwierdzono natomiast w przypadku suszu z borowika szlachetnego. Chauhan (2014) prowadziła badania dotyczące bioakumulacji ołowiu w czterech różnych gatunkach dziko rosnących grzybów jadalnych (pieczarce, boczniaku, grzybie mlecznym, grzybie Shiitake) na terenie Indii. Na podstawie uzyskanych wyników wykazano, że lokalizacja odgrywa znaczącą rolę w stężeniu ołowiu. W próbkach zebranych w pobliżu obszarów przemysłowych i autostrad stwierdzono wyższy poziom ołowiu, przekraczający dopuszczalne normy w porównaniu do upraw znajdujących się niedaleko osiedli mieszkaniowych.

Tabela 1. Średnie oraz odchylenie standardowe (w nawiasach) zawartości ołowiu i kadmu w wybranych warzywach ($\mu\text{g}/\text{kg}$ św. masy)

Warzywa	Zawartość ołowiu	Dopuszczalny poziom ¹	Zawartość kadmu	Dopuszczalny poziom ²
Groch strączkowy	0,44 (0,24)	200	12,07 (2,90)	100
Soczewica	9,57 (3,11)	200	8,99 (2,45)	100
Ziemniaki	2,17 (0,72)	100	24,51 (5,98)	100
Papryka	11,51 (5,42)	100	11,05 (1,56)	100
Kapusta pekińska	1,16 (0,54)	300	12,86 (6,21)	200
Brokuły	0,76 (0,44)	300	3,71 (0,77)	200
Pomidory	0,60 (0,33)	100	9,87 (2,14)	100
Ogórki	0,86 (0,35)	100	0,29 (0,19)	100
Ogórki kiszone	9,38 (4,54)	–	1,38 (0,26)	100
Buraki	5,95 (2,98)	100	18,86 (6,87)	100
Marchew	5,32 (2,53)	100	9,13 (4,22)	100
Grzyby opieńki	9,66 (4,21)	2 000	418,94 (156,0)	1 000

¹Dopuszczalna zawartość ołowiu według Rozporządzenia Komisji (UE) nr 420/2011 z dnia 29 kwietnia 2011 r. zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych (Komisja Europejska, 2011).

²Dopuszczalna zawartość kadmu według Rozporządzenia Komisji (UE) nr 488/2014 z dnia 12 maja 2014 r. zmieniającego rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów kadmu w środkach spożywczych (Komisja Europejska, 2014).

Tabela 2 przedstawia miesięczne spożycie warzyw w województwie lubelskim (w kg na osobę) według danych pochodzących z badań z lat 2011 i 2016 przeprowadzonych przez Główny Urząd Statystyczny (GUS, 2012; 2017) oraz związane z nim wielkości pobrania ołowiu i kadmu. Z powodu braku stosownych danych o spożyciu grzybów leśnych, do oceny przyswojenia z nich pierwiastków śladowych wzięto pod uwagę sugerowaną maksymalną jednorazową porcję grzybów wynoszącą nie więcej niż 250 g

Tabela 2. Spożycie warzyw w województwie lubelskim według danych Głównego Urzędu Statystycznego z 2011, 2013 oraz 2016 roku w kg/osobę oraz pobranie z nimi ołowiu i kadmu

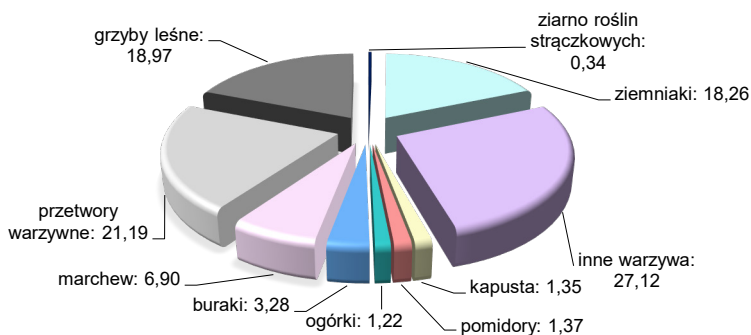
Warzywa	Spożycie warzyw według danych GUS ¹ kg/osobę ² /miesiąc	Pobranie pierwiastka z warzywami µg/osobę/miesiąc		Pobranie pierwiastka z warzywami µg/kg mc/dzień		BMDL ³ %	PTMI ⁴ %
		ołów	kadm	ołów	kadm		
Nasiona roślin strączkowych	0,05	0,17	0,55	< 0,01	0,01	0,01	0,03
Ziemniaki	4,28	9,30	104,88	< 0,01	1,25	0,70	4,99
Inne warzywa	2,25	13,81	16,61	0,01	0,2	0,04	0,79
Kapusta	0,59	0,69	7,59	< 0,01	0,09	0,05	0,36
Pomidory	1,17	0,70	11,55	< 0,01	0,14	0,05	0,55
Ogórki	0,72	0,62	0,21	< 0,01	< 0,01	0,05	0,01
Buraki	0,28	1,67	5,28	< 0,01	0,06	0,13	0,25
Marchew	0,66	3,51	6,03	< 0,01	0,07	0,27	0,29
Przetwory warzywne	1,15	10,79	1,58	0,01	0,02	0,82	0,08
Grzyby leśne ⁵	1,00	9,66	418,94	< 0,01	4,99	0,73	19,95
Suma	12,15	50,91	573,22	0,02	6,82	3,85	27,30

¹GUS (2012; 2017).²Założono średnią masę ciała dla osoby dorosłej wynoszącą 70 kg.³BMDL dla osób dorosłych 0,63 µg/kg mc/dzień (działanie nefrotoksyczne). Podane w tabeli liczby oznaczają procent realizacji wskaźnika BMDL przez spożycie warzyw dla osoby dorosłej o masie 70 kg.⁴PTMI (tymczasowe tolerowane miesięczne pobranie) 25 µg/kg masy ciała. Podane w tabeli liczby oznaczają procent realizacji wskaźnika PTMI przez spożycie warzywdla osoby dorosłej o masie 70 kg.⁵Spożycie maksymalnej porcji grzybów leśnych przyjęte za Sas-Golak i in. (2011).

spożywaną raz w tygodniu (Sas-Golak i in., 2011). Dostępne informacje dotyczące grzybów leśnych obejmują jedynie ich skup, który w 2015 r. w Polsce wyniósł 2599 ton (GUS, 2016). Sezonowych zbiorów i konsumpcji grzybów leśnych ze środowisk naturalnych nie ujęto w żadnych opracowaniach statystycznych. Przyjmuje się, że średnie roczne spożycie grzybów w Polsce wynosi kilka kilogramów na osobę (Sas-Golak i in., 2011; Szarek i Koc, 2011).

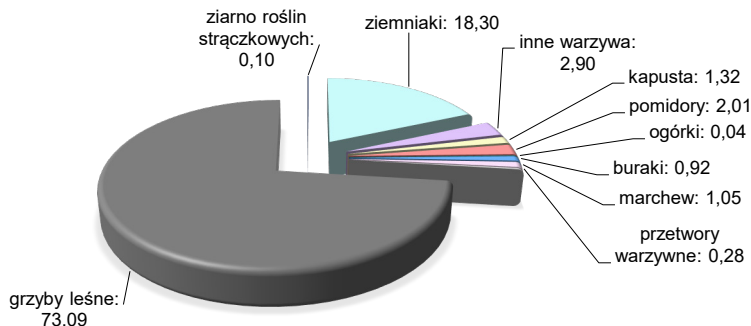
Na podstawie danych pozyskanych ze wspomnianych badań budżetów gospodarstw domowych można stwierdzić, iż spośród warzyw najczęściej spożywane są ziemniaki (4,28 kg/osobę/miesiąc), natomiast najrzadziej – nasiona roślin strączkowych (0,05 kg/osobę/miesiąc) (tab. 2). Wyniki konsumpcji poszczególnych warzyw skonfrontowano z zawartością zarówno ołowiu, jak i kadmu w określonych grupach produktów żywnościowych wyodrębnionych przez GUS (2012; 2017). Duże spożycie ziemniaków oraz stosunkowo wysokie stężenie ołowiu w grzybach leśnych, przetworach warzywnych oraz innych warzywach (tab. 2) powodują, że wymienione rośliny wnoszą do miesięcznej racji pokarmowej tego metalu najwięcej, bo odpowiednio 18,26%, 18,97%, 21,19%

i 27,12% dawki pochodzącej ze wszystkich warzyw oraz grzybów (rys. 1). Spożycie marchwi i buraków stanowiło odpowiednio 6,90% i 3,28% dawki ołowiu pochodzącej ze wszystkich spożywanych warzyw i grzybów leśnych, natomiast udział pozostałych grup produktów żywnościowych w przypadku pobrania ołowiu był niewielki (rys. 1).



Rys. 1. Procentowy udział poszczególnych warzyw i grzybów leśnych w pobranej dawce ołowiu przez osobę dorosłą na terenie województwa lubelskiego

Najwyższym oznaczonym stężeniem kadmu odznaczały się grzyby opieńki (418,93 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Dostarczały one do miesięcznej racji pokarmowej aż około 73% dawki kadmu pochodzącej ze wszystkich warzyw i grzybów (tab. 2, rys. 2). Ze względu na najwyższe spożycie ziemniaków (4,28 $\text{kg}/\text{osobę}/\text{miesiąc}$), w których zawartość kadmu jest dość duża (24,51 $\mu\text{g}/\text{kg}$), warzywa te wnoszą go do miesięcznej racji pokarmowej aż 104,88 $\mu\text{g}/\text{osobę}$ (około 18,30% dawki kadmu pochodzącej ze wszystkich warzyw i grzybów) (rys. 2). Pochodzący ze wszystkich warzyw i grzybów kadm stanowił w poszczególnych roślinach następujące stężenia: inne warzywa – ok. 2,90%, kapusta – ok. 1,32%, pomidory – 2,01%, ogórki – 0,04%, buraki – 0,92%, marchew – 1,05%. Udział pozostałych grup produktów żywnościowych w przypadku pobrania tego pierwiastka był znikomy (rys. 2).



Rys. 2. Procentowy udział poszczególnych warzyw i grzybów leśnych w pobranej dawce kadmu przez osobę dorosłą na terenie województwa lubelskiego

Największy udział w wypełnieniu wartości wskaźnika BMDL dla ołowiu (dla osoby dorosłej o masie 70 kg) miały grzyby leśne oraz inne warzywa, które zawierały odpowiednio 0,73% oraz 0,82% jego wartości (tab. 2). Najwyższy wskaźnik PTMI dla kadmu zaobserwowano dla grzybów leśnych i ziemniaków, co stanowiło kolejno 23,94% oraz 5,99% wartości wskaźnika (tab. 2). W pozostałych grupach produktów żywnościowych wartości procentowe dla BMDL oraz PTMI były kilkukrotnie niższe bądź nawet znikome. Wśród wszystkich przebadanych grup największą wartością procentową w przypadku wskaźnika BMDL odznaczały się przetwory warzywne (0,82%) oraz grzyby leśne (0,72%). W ich przypadku również wskaźnik PTMI był zdecydowanie najwyższy i wynosił 19,95%. Owe wyniki są podstawą do stwierdzenia, iż spożywanie badanych warzyw nie stanowi niebezpieczeństwa dla zdrowia pod względem pobrania kadmu oraz ołowiu, gdyż zawartość pierwiastków jest w nich kilkukrotnie niższa od wartości uznawanych za szkodliwe.

Wnioski

1. Oszacowane pobranie pierwiastków kształtowało się znacznie poniżej wartości aktualnych wskaźników, tj. BMDL oraz PTMI. W przebadanych próbkach warzyw stwierdzona zawartość ołowiu i kadmu w żadnym z przypadków nie przekraczała obecnie obowiązujących norm.

2. Największą ilością ołowiu odznaczała się papryka (11,51 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Z kolei największej kadmu występowało w grzybach opieńkach (418,94 $\mu\text{g}/\text{kg}$). Do racji pokarmowej największej kadmu wносиły grzyby oraz ziemniaki, tj. ok. 73,09% i 18,30% dawki tego pierwiastka pochodzącej ze wszystkich warzyw i grzybów.

3. Najwięcej ołowiu do organizmu dostarczały przetwory warzywne i inne warzywa, tj. ok. 21,19% i 27,12% dawki pierwiastka, a następnie grzyby oraz ziemniaki, tj. ok. 18,97% i 18,26% dawki ołowiu pochodzącej ze wszystkich warzyw i grzybów.

4. Spożywanie badanych warzyw i grzybów jest bezpieczne dla zdrowia pod względem pobrania zarówno ołowiu, jak i kadmu, jednakże wskaźników pobrania tych pierwiastków wyliczonych w niniejszych analizach nie należy odnosić do terenów przemysłowych oraz silnie zanieczyszczonych (np. obszarów Górnego Śląska).

Badania wykonano w ramach zadania 1.1. w Programie Wieloletnim IUNG-PIB na lata 2016–2020.

Literatura

- Adamiak, E. A., Kalembasa, S., Kuziemska, B. (2013). Zawartość metali ciężkich w wybranych gatunkach grzybów jadalnych. *Acta Agroph.*, 20, 1, 7–16.
- Andersen, O., Nielsen, I. B., Nordberg, G. F. (2004). Nutritional interactions in intestinal cadmium uptake – possibilities for risk reduction. *Biometals*, 17, 5, 543–547. <https://doi.org/10.1023/B:BIOM.0000045736.43184.9c>

- Andrejko, D., Andrejko, M. (2009). Zanieczyszczenia żywności. Źródła i oddziaływanie na organizm człowieka. Lublin: Wyd. UP.
- EFSA. (2010). Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain on a request from the European Commission on lead in food. *The EFSA Journal* 8, 4, 1570. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1570>
- Bálint, A. F., Kovács, G., Erdei, L. J., Sutka, J. (2001). Comparison of the Cu, Zn, Fe, Ca and Mg contents of the grains of wild, ancient and cultivated wheat species. *Cereal Res. Commun.*, 29, 375–382.
- Gambuś, F., Wieczorek, J. (1995). Metale ciężkie w glebach i warzywach z krakowskich ogrodów działkowych. *Acta Agr. Silv.*, ser. Agr., 33, 45–59.
- Bartodziejska, B., Gajewska, M., Czajkowska, A. (2010). Oznaczenie poziomu zanieczyszczeń metalami ciężkimi żywności pochodzącej z samodzielnej produkcji rolnej techniką spektrometrii absorpcji atomowej. *Ochr. Śr. Zasobów Nat.*, 43, 38–44.
- Chauhan, M. (2014). Bioaccumulation of lead content in mushroom and soil in Delhi-NCR Region of India. *Int. J. Adv. Res. Chem. Sci.*, 1, 3, 1–6.
- Gorlach, E., Gambuś, F. (2000). Potencjalne toksyczne pierwiastki śladowe w glebach (nadmiar, szkodliwość, przeciwdziałanie). *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 472, 275–296.
- Grigalavičienė, I., Rutkoviėnė, V., Marozas, V. (2005). The accumulation of heavy metals Pb, Cu and Cd at roadside forest. *Pol. J. Environ. Stud.*, 14, 1, 109–115.
- GUS. (2012). Budżety gospodarstw domowych 2011. Departament Badań Społecznych i Warunków Życia. Warszawa: ZWS.
- GUS. (2014). Budżety gospodarstw domowych 2013. Departament Badań Społecznych i Warunków Życia. Warszawa: ZWS.
- GUS. (2016). Leśnictwo 2016. Warszawa: ZWS.
- GUS. (2017). Budżety gospodarstw domowych w 2016 r. Departament Badań Społecznych i Warunków Życia. Warszawa: ZWS.
- Hattori, H., Chino, M. (2001). Growth, cadmium, and zinc contents of wheat grown on various soils enriched with cadmium and zinc. W: W. J. Horst, M. K. Schenk, A. Bürkert, N. Claassen, H. Flessa, W. B. Frommer, H. Goldbach, H. -W. Olf, V. Römheld, B. Sattelmacher, U. Schmidhalter, S. Schubert, N. v. Wirén, L. Wittenmayer (eds.), *Plant Nutrition. Food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research.* (s. 462–463). *Developments in Plant and Soil Sciences*, 92. New York–Boston–Dordrecht–London–Moscow: Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/0-306-47624-X_223
- Kabata-Pendias, A., Pendias, H. (1999). *Biochemia pierwiastków śladowych*. Warszawa: Wyd. Nauk. PWN.
- Karczewska, A., Kabała, C. (2002). Pierwiastki śladowe w glebach Parku Narodowego Gór Stołowych. *Szczeliniec*, 6, 133–159.
- Kawecka, W., Rychlik, E., Rachtan-Janicka, J., Wrońska, A. (2013). Obecność kadmu i ołowiu w warzywach i zbożach pochodzących z uprawy konwencjonalnej i ekologicznej. *J. Ecol. Health*, 17, 1, 18–21.
- Komisja Europejska. (2011). Rozporządzenie Komisji (UE) nr 420/2011 z dnia 29 kwietnia 2011 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*.
- Komisja Europejska. (2014). Rozporządzenie Komisji (UE) nr 488/2014 z dnia 12 maja 2014 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1881/2006 w odniesieniu do najwyższych dopuszczalnych poziomów kadmu w środkach spożywczych. *Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej*.
- Kondej, D. (2007). Metale ciężkie – korzyści zagrożenia dla zdrowia i środowiska. *Bezp. Pr. Nauk. Prakt.*, 2, 25–27.
- Nedelescu, M., Bălălu, D., Baconi, D., Jula, M., Morar, D., Gligor, A., Bălălu, C. (2015). Preliminary assessment of heavy metals content of vegetables grown in industrial areas in Romania. *Farmacia*, 63, 2, 296–300.

- Notten, M. J., Oosthoek, A. J., Rozema, J., Aerts, R. (2005). Heavy metal concentrations in a soil-plant-snail food chain along a terrestrial soil pollution gradient. *Environ. Pollut.*, 138, 1, 178–190. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.01.011>
- Sas-Golak, I., Sobieralski, K., Siwulski, M., Lisiecka, J. (2011). Skład, wartość odżywcza oraz właściwości zdrowotne grzybów pozyskiwanych ze stanowisk naturalnych. *Kosmos*, 360, 483–490.
- Seńczuk, W. (2005). *Toksykologia współczesna*. Warszawa: Wyd. PZWL.
- Spodniewska, A., Barski, D., Zasadowski, A. (2009). Zawartość kadmu i ołowiu w wybranych gatunkach grzybów pochodzących z województwa warmińsko-mazurskiego. *Ochr. Śr. Zasobów Nat.*, 41, 135–141.
- Szarek, S., Koc, G. (2011). Uwarunkowania ekonomiczne produkcji pieczarek w Polsce. *Zagad. Ekon. Rol.*, 3, 178–187.
- Szwalec, A., Mundała, P. (2012). Zawartość Cd, Pb, Zn i Cu w warzywach korzeniowych uprawianych w wybranych ogrodach działkowych Krakowa. *Ochr. Śr. Zasobów Nat.*, 53, 31–40.
- Śmiechowska, M., Florek, A. (2011). Content of heavy metals in selected vegetables from conventional, organic and allotment cultivation. *J. Res. and App. Agric. Eng.*, 56, 4, 152–156.
- Tońska, E., Łuczyńska, J., Paszczyk, B. (2015). Poziom wybranych metali ciężkich (ołów, kadm i rtęć) w marchwi ekologicznej w zależności od kraju pochodzenia. *Bromatol. Chem. Toksykol.*, XLVIII, 2, 205–209.
- WHO. (2011a). Evaluation of certain food additives and contaminants. 73th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO technical report series, 960.
- WHO. (2011b). Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Prepared by the seventy-third meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO food additives series, 64.

THE CONTENT OF LEAD AND CADMIUM IN SELECTED VEGETABLES IN THE LUBLIN REGION

Abstract

Background. Vegetables are a necessary component of the human diet. The nutritional value of vegetables depends on the content of micronutrients and the lowest possible content of potentially toxic elements. The aim of the study was to measure the content of lead and cadmium in vegetables collected in the Lublin region and to compare them with the threshold values and limits of metal intake for humans.

Material and methods. The following vegetables were included in the study: peas, lentils, potatoes, forest mushrooms, peppers, broccolis, tomatoes, cucumbers, pickled cucumbers, beetroots and carrots. Databases of the Central Statistical Office provided information on the average consumption of these vegetables in Poland. The metal contents in the vegetable samples were measured using ICP-MS (Agilent 7500ce).

Results. The highest content of lead was found in red peppers (11.51 µg/kg), whereas the highest cadmium content was found in mushroom samples (418.94 µg/kg). The lead and cadmium intake in each vegetable group was confronted with the current limits of metal intake which are safe for humans (BDML, PTMI). The threshold contents were not exceeded in any of the vegetable samples.

Conclusions. None of tested vegetables exceeded the current metal intake indexes, such as BDML and PTMI.

Keywords: trace elements, cadmium, lead, food contamination, vegetables

Siebielec, S., Siebielec, G., Samolińska, W. (2018). Zawartość ołowiu i kadmu w wybranych warzywach województwa lubelskiego. *Nauka Przyr. Technol.*, 12, 2, 237–247. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00237>

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Sylwia Siebielec, Zakład Mikrobiologii Rolniczej, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy (IUNG-PIB) w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, Poland, e-mail: ssiebielec@iung.pulawy.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

25.06.2018

Do cytowania – For citation:

*Siebielec, S., Siebielec, G., Samolińska, W. (2018). Zawartość ołowiu i kadmu w wybranych warzywach województwa lubelskiego. *Nauka Przyr. Technol.*, 12, 2, 237–247. <http://dx.doi.org/10.17306/J.NPT.00237>*