

Narażenie na kadm konsumentów warzyw korzeniowych uprawianych na zanieczyszczonych glebach województwa śląskiego

Klaudia Gut¹, Danuta Rogala¹, Ewa Marchwińska-Wyrwał¹

¹ Zakład Zdrowia Środowiskowego Katedra Zdrowia Środowiskowego Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach

Gut K. A, Rogala D, Marchwińska-Wyrwał E. Narażenie na kadm konsumentów warzyw korzeniowych uprawianych na zanieczyszczonych glebach województwa śląskiego. Med Og Nauk Zdr. 2017; 23(4): 245–249. doi: 10.26444/monz/80448

Streszczenie

Wprowadzenie. Kadm jest istotnym środowiskowym czynnikiem ryzyka zdrowotnego mieszkańców Górnego Śląska. W związku z uprawą roślin jadalnych na często zanieczyszczonej kadmem glebie pól uprawnych, ogrodów przydomowych i ogródków działkowych województwa śląskiego problem narażenia mieszkańców tego regionu na kadm jest wciąż aktualny.

Cel pracy. Celem pracy była ocena narażenia na kadm mieszkańców centralnej części województwa śląskiego konsumujących warzywa korzeniowe pochodzące z lokalnych upraw.

Materiał i metody. Materiał do badań stanowiły 54 próbki gleb i 70 próbek warzyw z 7 wybranych miast na prawach powiatu i 2 gmin województwa śląskiego. Spośród warzyw badano próbki marchwi, pietruszki oraz selera, natomiast próbki gleby pochodziły z rodzinnych ogrodów działkowych (ROD), pól uprawnych i ogrodów przydomowych. Zawartość kadmu (Cd) w próbkach oznaczono metodą bezpłomieniowej absorpcji atomowej (ETAAS) oraz techniką atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukowanej (ICP-OES), a następnie dokonano szacunkowej oceny narażenia na kadm konsumentów lokalnie uprawianych warzyw.

Wyniki. Średnia zawartość kadmu w badanych glebach wyniosła 4,8 mg/kg świeżej masy (dalej: św.m.), co stanowi 160% najwyższej dopuszczalnej wartości. Najwyższe średnie stężenia tego pierwiastka zostały wykazane w próbkach gleb z rodzinnych ogródków działkowych (ROD) znajdujących się w Chorzowie (15,2 mg/kg suchej masy – dalej: s.m.). W przypadku aż 66 spośród 70 badanych próbek warzyw stwierdzono przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia kadmu.

Wnioski. Zawartość kadmu w większości badanych próbek gleb oraz warzyw korzeniowych, pobranych z terenów uprawnych województwa śląskiego przekraczała maksymalne dopuszczalne stężenia i wskazuje na potencjalne zagrożenie zdrowia konsumentów roślin jadalnych uprawianych lokalnie.

Słowa kluczowe

narażenie, kadm, metale ciężkie, zarządzanie ryzykiem zdrowotnym

WPROWADZENIE

Warzywa i owoce stanowią istotny element diety człowieka. Zgodnie z zaleceniami zawartymi w najnowszej Piramidzie Żywienia, opublikowanej przez Instytut Żywności i Żywienia w 2016 roku, warzywa powinny być spożywane codziennie w jak największych ilościach [1]. Przestrzeganie zasad prawidłowego odżywiania wiąże się z szeroką gamą korzyści dla zdrowia. Zbilansowana dieta może być np. czynnikiem obniżającym ryzyko zachorowania na niektóre choroby przewlekłe, takie jak cukrzyca typu 2, choroby układu sercowo-naczyniowego, nowotwory złośliwe i inne [2]. Z drugiej strony, warzywa mogą stanowić źródło narażenia człowieka na takie metale ciężkie jak kadm i ołów [3, 4]. Problem staje się istotny w przypadku, gdy konsumowane przez ludzi warzywa pochodzą z upraw prowadzonych na terenach ornych skażonych pierwiastkami toksycznymi. Wysoka zawartość metali ciężkich w glebach wiąże się z ich

kumulacją w tkankach roślin jadalnych. Na wielkość poboru metali ciężkich przez rośliny wpływają również takie właściwości środowiska glebowego jak pH oraz zawartość materii organicznej. Biodostępność metali dla roślin wzrasta w glebach kwaśnych i ubogich w materię organiczną [5]. Największą mobilnością w środowisku, a zarazem wysoką toksycznością spośród metali ciężkich charakteryzuje się kadm. Metal ten dostaje się do środowiska przede wszystkim w związku z działalnością przemysłu wydobywczego i przetwórczego rud metali nieżelaznych. Skażenie kadmem gleb uprawnych może być również wynikiem wykorzystywania w rolnictwie zanieczyszczonych tym metalem ciężkim nawozów sztucznych. W skali całego kraju najwyższe stężenia kadmu występują w województwie śląskim [6], w związku z czym spożywanie roślin jadalnych uprawianych w tym regionie może się wiązać z narażeniem konsumentów na dawki kadmu tak wysokie, że mogą stanowić istotne zagrożenie zdrowia.

Do negatywnych skutków zdrowotnych wynikających z narażenia na kadm zalicza się m.in.: uszkodzenie nerek, nadciśnienie tętnicze oraz osteoporozę. Kadm zaburza funkcjonowanie układu rozrodczego, a także wykazuje działanie teratogenne [7–10]. W 1993 roku, decyzją Międzynarodowej Agencji ds. Badań nad Rakim (IARC – The International

Adres do korespondencji: Klaudia Agnieszka Gut, Zakład Zdrowia Środowiskowego Katedra Zdrowia Środowiskowego Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach, ul. Poniatowskiego 15, 40-055 Katowice, Polska
E-mail: kgut@sum.edu.pl

Nadesłano: 23 Września 2017; Zaakceptowano do druku: 16 Listopada 2017

Agency for Research on Cancer), kadm zaklasyfikowano do grupy 1, uznając go za substancję rakotwórczą dla człowieka [7]. Narażenie na kadm stanowi w szczególności zagrożenie zdrowia kobiet ciężarnych, płodów, dzieci, a także osób starszych i przewlekle chorych [11].

Na Górnym Śląsku w okresie ostatnich 30 lat znacząco zredukowano wielkość emisji kadmu do środowiska, jednak jego zawartość w glebach nadal jest bardzo wysoka i w wielu miejscach wielokrotnie przekracza najwyższe dopuszczalne stężenia [12, 13]. W związku z uprawą roślin jadalnych na często zanieczyszczonej kadmem glebie pól uprawnych, ogrodów przydomowych i ogródków działkowych województwa śląskiego problem narażenia mieszkańców tego regionu na kadm pozostaje wciąż aktualny.

CEL PRACY

Celem pracy była ocena narażenia na kadm mieszkańców centralnej części województwa śląskiego konsumujących warzywa korzeniowe pochodzące z lokalnych upraw. Dla realizacji tego celu dokonano analizy stężenia kadmu w próbkach gleb oraz uprawianych na nich warzywach korzeniowych (marchew, pietruszka, seler) spożywanych w największych ilościach.

MATERIAŁ I METODY

Do analizy pobrano 54 próbki gleb i 70 próbek warzyw z 7 wybranych miast na prawach powiatu (Chorzów, Dąbrowa Górnicza, Jastrzębie Zdrój, Piekary Śląskie, Ruda Śląska, Siemianowice Śląskie, Sosnowiec) i 2 gmin (Cynków i Miasteczko Śląskie) województwa śląskiego. Spośród warzyw zbadano 28 próbek marchwi, 24 próbki pietruszki i 18 próbek selera. próbki gleby pochodziły z rodzinnych ogrodów działkowych (ROD) – 29 próbek, pól uprawnych – 10 i ogrodów przydomowych – 15. Lokalizację oraz charakterystykę miejsc poboru próbek przedstawiono w tabeli 1 i 2.

Wszystkie próbki zostały poddane procesowi mineralizacji ciśnieniowej z wykorzystaniem energii mikrofalowej (reaktor mikrofalowy Magnum II firmy ERTEC).

W zmineralizowanych próbkach gleb oznaczono zawartość kadmu metodą optycznej spektrometrii emisyjnej z indukcyjnie sprzężoną plazmą w spektrometrze INTEGRA XL ICP

Tabela 1. Miejsca poboru próbek warzyw

Miejsce poboru	Liczba prób		
	Marchew	Pietruszka	Seler
Chorzów	4	3	4
Cynków	6	6	6
Dąbrowa Górnicza	2	0	2
Jastrzębie Zdrój	2	0	0
Miasteczko Śląskie	3	2	2
Piekary Śląskie	3	3	0
Ruda Śląska	3	4	4
Siemianowice Śląskie	2	3	0
Sosnowiec	3	3	0
Suma	28	24	18
Łączna liczba próbek		70	

Tabela 2. Opis miejsc poboru próbek gleby

Miejsce poboru próbek gleby	Liczba prób	Lokalizacja
Chorzów	10	Rodzinne ogrody działkowe
Cynków	7	Pole uprawne
Dąbrowa Górnicza	2	Ogrody przydomowe
Jastrzębie Zdrój	2	Rodzinne ogrody działkowe
Miasteczko Śląskie	6	Rodzinne ogrody działkowe
Piekary Śląskie	3	Pole uprawne
Ruda Śląska	11	Rodzinne ogrody działkowe
Siemianowice Śląskie	3	Ogrody przydomowe
Sosnowiec	10	Ogrody przydomowe

(długość fali: 228,802 z dynamiczną korekcją tła, LOQ=0,5; LOD=0,25), zaś w próbkach warzyw – w spektrometrze SavantAA Σ AAS, przy użyciu pieca grafitowego GF 3000 firmy GBC (długość fali: 228,80 z korekcją tła, LOQ=0,01; LOD=0,005). W każdej z próbek dokonano trzech równoległych pomiarów i odczytano średnią wartość, a następnie obliczono zawartość kadmu w glebie [w mg/kg suchej masy] i warzywach [w mg/kg świeżej masy].

Poprawność zastosowanych metod analitycznych została oceniona na podstawie analizy certyfikowanych materiałów odniesienia: dla próbek warzyw był to Certificate of Certified Reference Materials NCS ZC73012 Cabbage z China National Analysis Center for Iron & Steel oraz dla próbek gleby – analityczny materiał odniesienia gleba S-1, przygotowany przez Wydział Fizyki i Techniki Jądrowej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie.

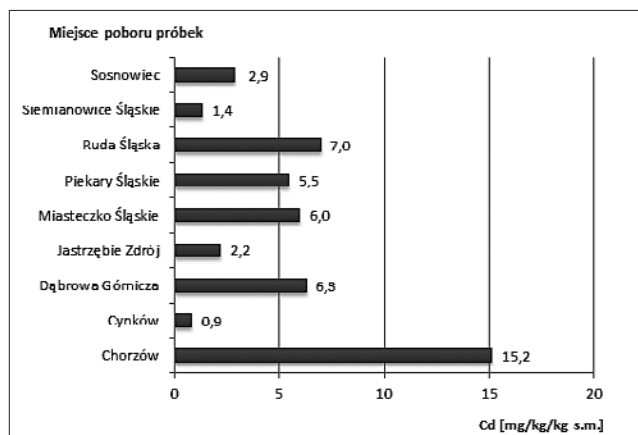
Szacunkową ocenę narażenia konsumentów na kadm oraz analizę statystyczną zależności pomiędzy zawartością kadmu w glebie i uprawianym na niej warzywie przeprowadzono na przykładzie marchwi. W badaniach statystycznych zastosowano test chi-kwadrat. Za wynik istotny statystycznie uznano wartości $p < 0,01$. Analizę przeprowadzono za pomocą programu Statistica 12.5.

W celu dokonania szacunkowej oceny narażenia na kadm konsumentów z wybranych miast i gmin województwa śląskiego obliczono tygodniową dawkę kadmu pobieranego wraz ze spożywaną marchwią. Do obliczeń zastosowano średnią zawartość kadmu w próbkach pochodzących z poszczególnych miejscowości i przyjęto, że przeciętne miesięczne spożycie marchwi przez 1 osobę w gospodarstwie domowym wynosi 0,5 kg [14], czyli 0,12 kg tygodniowo, natomiast średnia masa ciała osoby dorosłej wynosi 60 kg, a dzieci 20 kg. Oszacowaną dawkę porównano z tygodniowym tolerowanym pobraniem kadmu (TWI – *Tolerable weekly intake*), które wynosi 2,5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ masy ciała [15], poprzez obliczenie, jaki procent TWI stanowi obliczone narażenie dorosłych i dzieci na kadm.

WYNIKI

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 roku w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi, najwyższe dopuszczalne stężenie kadmu w glebach zostało określone na poziomie 3 mg/kg s.m. [16].

Koncentrację kadmu w próbkach gleb pobranych z różnych obszarów województwa śląskiego przedstawiono na rycinie 1.



Rycyna 1. Średnia zawartość kadmu w próbkach gleb pochodzących z wybranych miast lub gmin województwa śląskiego

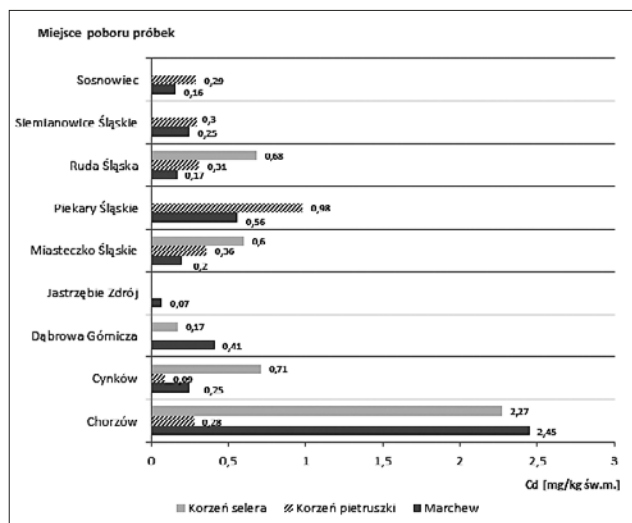
Badane próbki gleby charakteryzowały się wysoką zawartością kadmu. Stężenia Cd mieściły się w przedziale 0,9–15,2 mg/kg s.m. Przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego stężenia odnotowano w każdej z badanych miejscowości, za wyjątkiem Cynkowa, Sosnowca oraz Siemianowic Śląskich. Średnia zawartość kadmu w badanych glebach wyniosła 4,8 mg/kg s.m., co stanowi 160% najwyższej wartości dopuszczalnej. Najwyższe średnie stężenia Cd zostały wykazane w próbkach gleb z rodzinnych terenów działkowych (ROD) znajdujących się w Chorzowie (15,2 mg/kg s.m) oraz w Rudzie Śląskiej (7,0 mg/kg s.m.), a najniższe – w próbkach pozyskanych z pól uprawnych zlokalizowanych na terenie Cynkowa (0,9 mg/kg s.m.).

Przekroczenia maksymalnego dopuszczalnego stężenia kadmu w glebach przekładają się na wysokie zawartości tego metalu ciężkiego w uprawianych na tych gruntach warzyw korzeniowych. Dla roślin jadalnych, zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 488/2014, maksymalna dopuszczalna zawartość Cd w marchwi i korzeniu pietruszki wynosi 0,10 mg/kg św.m., a w korzeniu selera – 0,20 mg/kg św.m. [15]. W przypadku aż 66 spośród 70 badanych próbek warzyw stwierdzono przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia kadmu. Najwyższe stężenia Cd wykryto w warzywach pochodzących z najbardziej zanieczyszczonych kadmem stanowisk, czyli z terenu ROD w Chorzowie. Średnia zawartość kadmu w najbardziej zanieczyszczonych próbkach warzyw, czyli w marchewkach i korzeniach selera pobranych w Chorzowie, była odpowiednio 24-krotnie i 11-krotnie wyższa w porównaniu z maksymalnymi dopuszczalnymi stężeniami tego pierwiastka w żywności (ryc. 2).

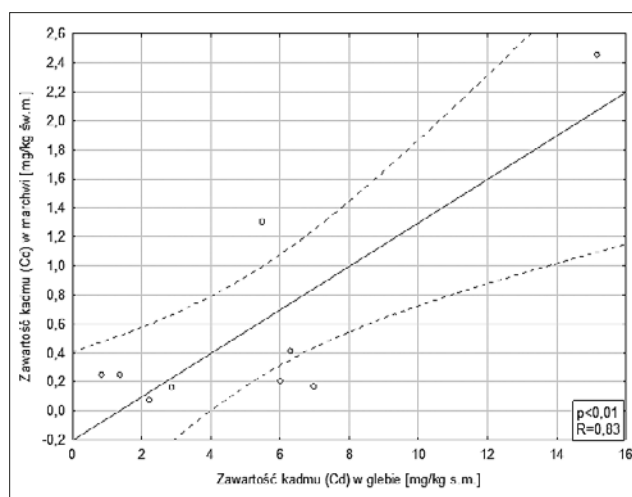
Za pomocą testu chi-kwadrat obliczono zależność pomiędzy zawartością kadmu w glebie i marchwi z uwzględnieniem miejsca poboru próbek. Wartość współczynnika korelacji wynosi $R = 0,83$, co wskazuje na wysoką korelację, a wynik testu jest istotny statystycznie ($p < 0,01$) (ryc. 3).

Szacunkowej oceny narażenia na kadm drogą pokarmową dokonano dla scenariusza narażenia uwzględniającego średnie tygodniowe spożycie marchwi przez osoby dorosłe i dzieci. W obliczeniach uwzględniono tylko marchew, ponieważ jest jedyną spośród badanych w pracy roślin jadalnych, dla których dostępne są dane dotyczące wielkości przeciętnej konsumpcji w Polsce.

Przeprowadzone obliczenia wykazały, że narażenie na kadm mieszkańców województwa śląskiego spożywających lokalnie uprawianą marchew może się wiązać z istotnym



Rycyna 2. Średnia zawartość kadmu w próbkach warzyw pochodzących z wybranych miast lub gmin województwa śląskiego



Rycyna 3. Zależność pomiędzy zawartością kadmu w próbkach gleby i marchwi w zależności od miejsca ich poboru (test chi-kwadrat)

ryzykiem zdrowotnym. Szczególnie wysokie zagrożenie zdrowia wykazano w przypadku konsumentów marchwi uprawianej w Chorzowie i Piekarach Śląskich. Narażenie dzieci i osób dorosłych spożywających marchew z Chorzowa jest znaczne – ilość kadmu zawartego w spożywanym przez nich pożywieniu stanowi odpowiednio 588% i 196% tygodniowego tolerowanego pobrania. Z kolei spożywanie marchwi pochodzącej z terenów ornych w Piekarach Śląskich wiąże się z istotnym ryzykiem zdrowotnym dzieci (134% TWI). Narażenie dzieci na kadm zbliżone do TWI stwierdzono w przypadku scenariusza zakładającego spożywanie marchwi uprawianej w Dąbrowie Górniczej (tab. 3).

Wartości w kolumnie 2 i 3 stanowią iloczyn średniej zawartości Cd w marchwi oraz średniego tygodniowego jej spożycia (0,12 kg), przeliczony na kilogram masy ciała osoby dorosłej (60 kg) i dziecka (20 kg).

W kolumnie 4 i 5 wartości przedstawiają % TWI, która zarówno w przypadku dorosłych, jak i dzieci wynosi 2,5 µg/kg masy ciała/tydzień [15].

Tabela 3. Narażenie oraz ryzyko zdrowotne dzieci i dorosłych mieszkańców województwa śląskiego związane ze spożywaniem lokalnie uprawianej marchwi zanieczyszczonej kadmem

Miejsce poboru próbek	Średnia zawartość Cd w marchwi [mg/kg ś.m.]	Tygodniowa wielkość narażenia [µg/kg masy ciała/ tydzień]*		% TWI	
		Osoby dorosłe	Dzieci	Osoby dorosłe	Dzieci
		1	2	3	4
Chorzów	2,5	4,9	14,7	196	588
Cynków	0,3	0,5	1,5	20	60
Dąbrowa Górnicza	0,4	0,8	2,5	33	98
Jastrzębie Zdrój	0,1	0,1	0,4	6	17
Miasteczko Śląskie	0,2	0,4	1,2	16	48
Piekary Śląskie	0,6	1,1	3,4	45	134
Ruda Śląska	0,2	0,3	1,0	14	41
Siemianowice Śląskie	0,3	0,5	1,5	20	60
Sosnowiec	0,2	0,3	1,0	13	38

* TWI dla dorosłych i dzieci wynosi 2,5 µg/kg masy ciała/tydzień [12]

DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują na wysoką koncentrację kadmu w glebach oraz w badanych gatunkach warzyw uprawianych na terenie województwa śląskiego. Przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia kadmu odnotowano w 78% badanych próbek gleby i 81% próbek warzyw. Najwyższe oznaczone stężenie Cd w glebie przekraczało wartość normatywną ponad 5-krotnie. W przypadku najbardziej zanieczyszczonej próbki marchwi stężenie kadmu przekraczało maksymalną dopuszczalną zawartość aż 24-krotnie.

Najbardziej skażone próbki pochodziły z ogródków działkowych w Chorzowie. Wysoka zawartość kadmu w badanych próbkach gleb z ogrodów może wskazywać na potencjalne zagrożenie zdrowia konsumentów uprawianych w nich roślin jadalnych. Dlatego też zalecanym działaniem profilaktycznym jest zastąpienie upraw warzyw roślinami ozdobnymi bądź w miejsce warzyw silnie kumulujących metale ciężkie wprowadzenie gatunków, które kumulują metale w niewielkim stopniu, jak cebula czy czosnek [12, 17]. Przeprowadzona ocena narażenia wykazała, że kadm może stanowić istotny czynnik zagrożenia zdrowia zarówno dzieci, jak i dorosłych będących konsumentami warzyw uprawianych lokalnie, szczególnie w Chorzowie i Piekarach Śląskich. W obliczeniach uwzględniano narażenie na kadm wynikające ze spożycia tylko jednego warzywa, ale stanowiącego istotną część diety, szczególnie dzieci. Zanieczyszczenie pozostałych analizowanych warzyw wskazuje, że przy uwzględnieniu ich w diecie wzrosło ryzyko zdrowotne konsumentów warzyw uprawianych lokalnie. Znamienne ryzyko zdrowotne populacji Górnego Śląska wynikające z narażenia drogą pokarmową na metale ciężkie potwierdzają wcześniejsze badania przeprowadzone na terenie województwa śląskiego [12, 13, 18].

Jak wynika z przeprowadzonych i cytowanych badań, kadm stanowi bardzo istotny i wciąż aktualny środowiskowy czynnik ryzyka zdrowotnego mieszkańców Górnego Śląska. Stąd niezwykle ważne jest informowanie lokalnej społeczności o istniejącym zagrożeniu oraz o możliwych działaniach profilaktycznych, które pozwolą skutecznie zarządzać

ryzykiem zdrowotnym w środowisku zanieczyszczonym metalami ciężkimi.

WNIOSKI

1. Zawartość kadmu w większości badanych próbek gleb oraz warzyw korzeniowych pobranych z terenów uprawnych województwa śląskiego przekraczała maksymalne dopuszczalne stężenia, co wskazuje na potencjalne zagrożenie zdrowia konsumentów roślin jadalnych uprawianych lokalnie.
2. Wykazano istotną zależność pomiędzy stężeniem kadmu w glebach a jego zawartością w warzywach korzeniowych.
3. Zasadne wydaje się podjęcie działań mających na celu wzrost świadomości mieszkańców województwa śląskiego w zakresie zagrożeń zdrowia związanych z konsumpcją zanieczyszczonych warzyw uprawianych lokalnie oraz możliwości działań profilaktycznych.

PIŚMIENICTWO

1. Zasady Prawidłowego Żywienia. Instytut Żywności i Żywienia, 2016. <http://www.izz.waw.pl/> (dostęp: 5.09.2017).
2. Olędzki R. Potencjał antyoksydacyjny owoców i warzyw oraz jego wpływ na zdrowie człowieka. *Nauki inżynierskie i technologiczne*. 2012; 1(4): 44–54.
3. Szczyński P, Siepak J, Niedzielski P, Sobczyński T. Research on Heavy Metals in Poland. *Polish J of Environ Stud*. 2009; 18(5): 755–768.
4. Czechtó H, Skrzycki M. Kadm – pierwiastek całkowicie zbędny dla organizmu. *Postępy Higieny i Medycyny Doświadczalnej*. 2010; 64: 38–49.
5. Dziubanek G, Piekut A, Rusin M, Baranowska R, Hajok I. Contamination of food crops grown on soils with elevated heavy metals content. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2015; 118: 183–9.
6. Marchwińska-Wyrwał E, Piekut A, Hajok I (red. nauk.). *Nierówności w zdrowiu*. Katowice 2015. ISBN: 978-83-7509-314-8.
7. Wojciechowska-Mazurek M, Mania M, Starska K i wsp. Kadm w środkach spożywczych – celowość obniżenia limitów. *Bezpieczeństwo zdrowotne*. 2010; 64: 45–48.
8. Krzywy I, Krzywy E, Peregud-Podgorzelski J, Łuksza K, Brodkiewicz A. Cadmium – is there something to fear? *Roczniki Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie*. 2011; 57(3): 49–63.
9. Godt J, Scheidig F, Grosse-Siestrup Ch, Esche V, Brandenburg P, Reich A, et al. The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*. 2006. 1: 22.
10. Järup L, Åkesson B. Current status of cadmium as an environmental health problem. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 2009; 238(3), 201–208.
11. World Health Organization: Food Safety. <http://who.int/mediacentre/factsheets/fs399/en> (dostęp: 15.08.2017).
12. Dziubanek G, Baranowska R, Oleksiuk K, Metale ciężkie w glebach Górnego Śląska – problem przeszłości czy aktualne zagrożenie? *J Ecol Health*. 2012; 16(4): 169–175.
13. Dziubanek G, Baranowska R, Cwiągł-Drabek M, Spychała A, Piekut A, Rusin M, Hajok I. Cadmium in edible plants from Silesia, Poland, and its implications for health risk in populations. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2017. 1; 142: 8–13.
14. Strojewska I. Spożycie owoców, warzyw i ich przetworów w Polsce. *Rynek owoców i warzyw*. Agencja Rynku Rolnego. 2015; 3: 2–9.
15. 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.
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi. *Dz.U.* 2016 poz. 1395.
17. Rogala D, Hajok I, Marchwińska-Wyrwał E, Narażenie mieszkańców Siemianowic Śląskich na pył zawieszony PM10 i metale ciężkie, *Probl Hig Epidemiol*. 2015; 96(2): 427–436.
18. Rusin M, Szymala I, Bednarska A, Lenart W. Narażenie mieszkańców Śląska na metale ciężkie w żywności. W: *Marchwińska-Wyrwał E, Dziubanek G, Środowiskowe czynniki ryzyka zdrowotnego, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach*. 2014; 99–107.

Exposure to cadmium among consumers of root vegetables cultivated in contaminated soils in Upper Silesia, Poland

Objective

Introduction. Cadmium is an important environmental health risk factor for inhabitants of the Upper Silesia, Poland. Due to the cultivation of food crops in cadmium-contaminated soils of agricultural fields, home gardens and allotment gardens in the Silesian Region, the problem of exposure to cadmium is still valid among the inhabitants of this region. The aim of the study was to assess the impact of cadmium on the residents of the central part of the Silesian province, who consume root vegetables from local crops.

Materials and method. The study material consisted of 54 soil samples and 70 vegetable samples from 7 selected cities with district status and 2 communes in the Silesian Region. The vegetable samples tested were carrot, parsley and celery, while the soil samples were collected from allotment gardens, home gardens and agricultural fields. The cadmium content was determined by Electrothermal Atomic Absorption (ETAAS), and estimation was made of consumer exposure to Cd in the locally grown vegetables.

Results. The average cadmium content in the soils was 4.8 mg / kg d.m., which is 160% of the highest acceptable value. The highest average Cd concentrations were found in soil samples collected from allotment gardens located in Chorzów (15.2 mg / kg d.m). The maximum allowable concentrations of cadmium was exceeded in 66 of 70 vegetables samples.

Conclusions. The cadmium content in most of the tested soil and root vegetables samples taken from the cultivable area of the Silesian Region exceeded the maximum acceptable concentrations, and indicates a potential health risk when considering the consumption of food crops cultivated locally.

Key words

exposure, cadmium, heavy metals, health risk management