

## Narażenie na Cd, Pb i Hg konsumentów warzyw zakupionych w sklepach sieci detalicznej w woj. śląskim

### Exposure to Cd, Pb and Hg of vegetables consumers purchased in retail chain stores in the province Silesian

Monika Katarzyna Pajak<sup>1 (a, b, c)</sup>, Małgorzata Woźniak<sup>2 (d)</sup>, Klaudia Gut<sup>1 (a, b, c)</sup>

<sup>1</sup> Doktorantka w Katedrze Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

<sup>2</sup> Absolwentka w Katedrze Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach  
Kierownik Katedry: dr hab. n. przyr. E. Marchwińska-Wyrwał

(a) opracowanie tekstu i piśmiennictwa

(b) statystyka

(c) interpretacja wyników

(d) zebranie i analiza próbek warzyw korzeniowych

#### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Najbardziej istotną sprawą dla zdrowia człowieka jest spożywanie produktów, niezanieczyszczonych substancjami szkodliwymi i oddychanie powietrzem pozbawionym zanieczyszczeń, zawierających toksyczne związki. Warzywa, stanowiące istotny składnik diety, pobierają większe ilości metali ciężkich od innych roślin jadalnych uprawianych na zanieczyszczonej metalami glebie. Gleby użytkowane rolniczo w woj. śląskim często zawierają wysokie stężenia Cd, Pb i Zn co powoduje, że uprawiane tu warzywa zawierają te metale w stężeniach przekraczających maksymalne wartości dopuszczalne [1]. Uprawa warzyw na takich glebach powinna być ograniczona i założono, że alternatywą dla konsumentów może być zakup warzyw w sieci sklepów detalicznych, sprowadzających je z innych, mniej zanieczyszczonych regionów kraju. Celem pracy było określenie narażenia na metale ciężkie (Cd, Pb, Hg) konsumentów warzyw zakupionych w sieci sklepów detalicznych na Śląsku.

**Materiał i metody.** Materiał badawczy stanowiło 50 próbek najczęściej spożywanych warzyw (marchew, seler, pietruszka, por, ziemniaki) zakupionych w 10 sklepach różnych sieci handlowych najbardziej popularnych na Śląsku. Stężenia Cd i Pb w warzywach oznaczono bezpromieniową metodą AAS, a Hg techniką generacji zimnych par (CV) w połączeniu z atomową spektrometrią fluorescencyjną (AFS).

**Wyniki.** Wyniki wskazują na zanieczyszczenie metalami ciężkimi, zwłaszcza kadmem, warzyw korzeniowych

(marchew, seler, pietruszka, por) oraz warzywa bulwiastego (ziemniaki), w większości próbek pobranych z 10 wybranych sklepów sieci detalicznej. W wielu przypadkach warzywa, głównie seler, pietruszka i marchew, wykazywały zanieczyszczenie kadmem, przekraczające maksymalną wartość dopuszczalną.

**Wnioski.** Warzywa zakupione w sieci sklepów detalicznych nie zawsze mogą stanowić alternatywę dla mieszkańców obszarów zanieczyszczonych metalami ciężkimi, poszukujących niezanieczyszczonej żywności.

**Słowa kluczowe:** warzywa, zanieczyszczenie, metale ciężkie, sklepy sieci detalicznej, narażenie konsumentów

#### ABSTRACT

**Introduction.** The most important matter for human health is the consumption of products, uncontaminated with harmful substances and breathing air free of impurities, containing toxic compounds. Vegetables, which are an important part of the diet, take up larger amounts of heavy metals than other edible plants grown on soil contaminated with metals. Soil used agriculturally in the province Silesian often contain high concentrations of Cd, Pb and Zn, which causes that the vegetables grown here contain these metals in concentrations exceeding the maximum limit values [1]. The cultivation of vegetables on such soils should be limited and it was assumed that an alternative to consumers may be the purchase of

vegetables in a chain of retail stores, importing them from other, less contaminated regions of the country. The purpose of the work was to determine the exposure to heavy metals (Cd, Pb, Hg) of vegetable consumers purchased in the network of retail stores in Silesia.

**Material and methods.** The research material consisted of 50 samples of the most commonly consumed vegetables (carrots, celery, parsley, leek, potatoes) purchased in 10 different stores chains commercial networks most popular in Silesia. The concentrations of Cd and Pb in vegetables were determined by the flameless AAS method and Hg by the cold vapor generation technique (CV) in combination with atomic fluorescence atomic spectrometry (AFS).

**Results.** The results indicate contamination with heavy metals, especially cadmium, root vegetables (carrot, celery, parsley, leek) and tuber vegetables (potatoes), in most samples taken from 10 selected stores of the retail network. In many cases, vegetables, mainly celery, parsley and carrots, showed a contamination with cadmium exceeding the maximum permitted value.

**Conclusions.** Vegetables purchased in a chain of retail stores may not always be an alternative to residents of areas contaminated with heavy metals, looking for uncontaminated food.

**Keywords:** vegetables, pollution, heavy metals, retail chain stores, consumer exposure

## WSTĘP

Zanieczyszczenie środowiska jest jednym z najważniejszych czynników ryzyka zdrowotnego populacji na całym świecie. Jakość żywności, którą spożywamy i powietrza, którym oddychamy decyduje o naszym zdrowiu i odpowiada za długość naszego życia. Najbardziej istotną sprawą dla zdrowia człowieka jest spożywanie odpowiednich produktów, niezanieczyszczonych substancjami szkodliwymi i oddychanie powietrzem pozbawionym zanieczyszczeń, zawierających toksyczne związki. Wśród roślin jadalnych, uprawianych na zanieczyszczonej metalami glebie, warzywa pobierają największe ilości metali ciężkich, a ponadto stanowią składnik codziennej diety. Zanieczyszczenie metalami ciężkimi (Cd, Pb i Zn) gleb użytkowanych rolniczo w woj. śląskim jest wysokie i nierównomiernie występujące, a uprawiane tu warzywa często zawierają metale w stężeniach przekraczających maksymalne wartości dopuszczalne [1]. Wydaje się, że uprawa warzyw na takich glebach powinna być ograniczona i założono, że alternatywą dla konsumentów może być zakup warzyw w sieci sklepów detalicznych, sprowadzających warzywa z innych, mniej zanieczyszczonych regionów kraju. Celem pracy było sprawdzenie tej hipotezy i określenie narażenia na metale ciężkie (Cd, Pb, Hg) konsumentów warzyw zakupionych w sieci sklepów detalicznych na Śląsku.

Zanieczyszczenie środowiska metalami ciężkimi, a szczególnie gleb uprawnych jest przedmiotem licznych badań, ze względu na fakt, że produkty roślinne mają powszechny udział w żywieniu dzieci i dorosłych [1–4]. Spośród wszystkich metali, kadm, ołów i rtęć zawarte w produktach spożywczych stanowią największe zagrożenie dla populacji.

Pierwiastki te są silnie toksyczne, łatwo migrują w łańcuchu gleba – roślina – człowiek i ulegają kumulacji w narządach wewnętrznych powodując ich

dysfunkcje, działając na układ nerwowy, naczyniowy, szkieletowy i wydalniczy [5].

U dorosłego człowieka zawartość kadmu w organizmie wynosi od 15 do 30 mg i wzrasta z wiekiem. Codziennie wydalane wraz z moczem jest około 30 do 50 µg kadmu. Znaczący wpływ na wchłanianie kadmu z przewodu pokarmowego ma dieta i zawartość w niej białka oraz związków Zn, Cu, Fe i Ca. Obniżone stężenie tych makro- i mikroelementów zwiększa wchłanianie Cd i wpływa na wzrost ilości tego pierwiastka w organizmie człowieka [6].

Kadm jest jednym z wielu czynników ryzyka niepłodności męskiej zaburzającym funkcje jąder [7]. U kobiet powoduje zmiany hormonalne, które oddziałują na atrezję pęcherzyków jajnikowych. Zaburzenia te mogą być przyczyną niepłodności kobiecej. Przewlekła ekspozycja na Cd i Pb może powodować negatywne skutki dla systemów nerwowych dopaminergicznych u dzieci [8]. Szkodliwy wpływ ołowiu na organizmy znany jest od ponad 2000 lat; każda jego ilość w organizmie człowieka stanowi zagrożenie dla zdrowia. Powodować on może wielonarządowe uszkodzenia, o różnym stopniu nasilenia [9]. Skutki długotrwałego narażenia na metale ciężkie mogą ujawniać się po wielu miesiącach i latach [10].

Rtęć to pierwiastek o bardzo wysokiej toksyczności, która zależy od związku, w którym występuje; oddziałuje w szczególności na układ nerwowy. Szacunkowo, 80% par rtęci wdychanych wraz z powietrzem zatrzymywana jest w organizmie. Silne działanie toksyczne wykazuje również na układ sercowo-naczyniowy jak również powoduje uszkodzenia nerek, a ściślej upośledzenie struktury i funkcji tych narządów. Wysoce toksyczne są nieorganiczne oraz organiczne związki rtęci, a zatrucie nimi może powodować zgon [11]. Najwyższy poziom akumulacji rtęci w organizmie występuje w nerkach, które stanowią główne źródło wydalania tego metalu z or-

ganizmu. Obecność rtęci w organizmie powoduje wzrost ilości reaktywnych form tlenu, których nadmiar powoduje wejście w stan stresu oksydacyjnego. Proces ten uszkadza komórki oraz indukuje apoptozę. Uszkodzenie nerek cechuje się nadmiernym wydalaniem białek wraz z moczem [11, 12].

Zaprzestanie upraw roślin jadalnych na glebach o zwiększonej zawartości metali ciężkich wydaje się być najskuteczniejszą metodą ograniczenia narażenia ludzi na te niebezpieczne dla organizmu związki. Na glebach zanieczyszczonych m.in. kadmem, ołowiem czy rtęcią nie powinno się uprawiać gatunków silnie przyswajających metale ciężkie, takich jak marchew, sałata, seler, pietruszka. Warto je zastąpić takimi gatunkami, jak cebula, ogórek czy pomidor.

Celem niniejszej pracy było określenie zawartości metali ciężkich (Cd, Pb, Hg) w wybranych warzywach (marchew, seler, pietruszka, por oraz ziemniaki) zakupionych w sklepach sieci detalicznej w woj. śląskim.

## MATERIAŁ I METODY

Warzywa korzeniowe tj. marchew, seler, pietruszka, por oraz ziemniak zakupiono w 10 sklepach sieci detalicznej, w centralnej części woj. śląskiego. W każdym punkcie sprzedaży kupiono 5 porcji warzyw. Analizie poddano łącznie 50 próbek surowca roślinnego, w tym po 10 próbek marchwi, selera, pietruszki, pora oraz ziemniaków.

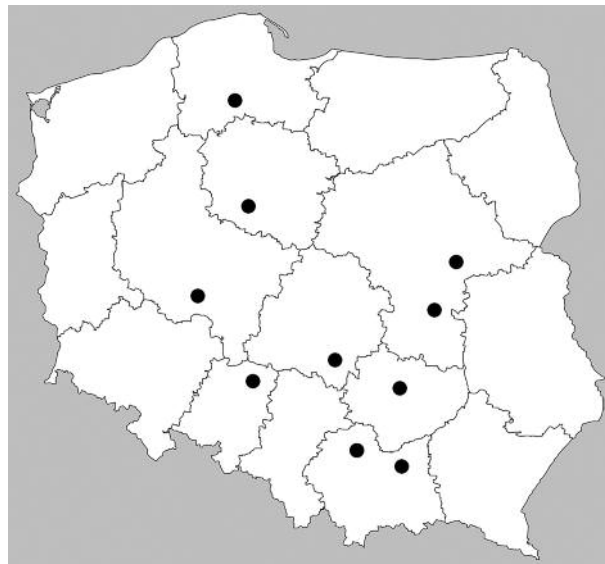
O wyborze warzyw zadecydowała powszechność spożywania przez dzieci i dorosłych, jak i większa zdolność kumulacji metali ciężkich na tle innych gatunków roślin. Miejsce zakupu oraz pochodzenie badanych roślin jadalnych sprawdzono w każdym ze sklepów i przedstawiono w tabeli I.

Tabela I. Zestawienie sklepów oraz pochodzenie zakupionych warzyw

Table I. A list of stores and the origin of purchased vegetables

Nr sklepu	Nazwa sklepu	Pochodzenie warzywa (województwo)
1	Stokrotka	tódzkie
2	Auchan	opolskie
3	Biedronka	kujawsko-pomorskie
4	Targ Zagórze	mazowieckie
5	Lidl	mazowieckie
6	Tesco	wielkopolskie
7	Frac	pomorskie
8	Aldi	małopolskie
9	Carrefour	małopolskie
10	E.Leclerc	świętokrzyskie

Poniższa rycina przedstawia mapę konturową Polski. Symbole zaznaczone na mapie oznaczają regiony, z których sklepy pozyskują badane w pracy warzywa (Ryc. 1)



Ryc. 1. Mapa konturowa Polski, z uwzględnieniem regionu zaopatrującego sklepy w warzywa

Fig. 1. Contour map of Poland, its taking into account the region supplying the stores with vegetables

Ogół zebranych roślin jadalnych dokładnie umyto, obrano oraz odpowiednio rozdrobnilo w celu sporządzenia naważek. Cały materiał badawczy poddano procesowi mineralizacji w mineralizatorach mikrofalowych Magnum II w układzie zamkniętym. Zawartość metali ciężkich – kadmu i ołowiu – oznaczono w warzywach przy użyciu spektrometru bezpromieniowej absorpcji atomowej z atomizacją elektrotermiczną (ETAAS); natomiast do oznaczenia Hg, przy pomocy analizatora rtęci całkowitej (PSA Millenium Merlin) wykorzystano technikę generacji zimnych par (CV) w połączeniu z atomową spektrometrią fluorescencyjną (AFS). Analiza statystyczna uzyskanych wyników wykonana została z wykorzystaniem programu Microsoft Office (MS Exel).

## WYNIKI

Wyniki empiryczne porównano z obowiązującymi regulacjami prawnymi odnoszącymi się do zawartości metali ciężkich w warzywach, zebranych w Rozporządzeniu Komisji (UE) oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Tab. II) [13–15].

**Tabela II.** Najwyższe dopuszczalne stężenia (NDS) kadmu, ołowiu i rtęci w badanych warzywach korzeniowych [mg/kg ś.m.]

**Table II.** Maximum permissible concentrations (NDS) of cadmium, lead and mercury in the studied root vegetables [mg/kg ś.m.]

Pierwiastek	Warzywa [mg/kg św. m.]	
	marchew, pietruszka, por, ziemniak	seler
Cd	0,10	0,20
Pb	0,10	0,20
Hg	0,02	

W tabelach III–VII zestawiono stężenia kadmu, ołowiu i rtęci w poszczególnych surowcach roślinnych (marchew, seler, pietruszka, por, ziemniak) zakupionych w 10 sklepach sprzedaży detalicznej w centralnej części woj. śląskiego.

**Tabela III.** Stężenie metali ciężkich w marchwi zakupionej w 10 sklepach sprzedaży detalicznej

**Table III.** The concentration of heavy metals in carrot purchased at 10 retail sales

Nr sklepu	Marchew		
	Zawartość metali ciężkich [mg/kg św. masy]		
	Cd	Pb	Hg
1	0,10	<0,01	0,004
2	0,05	<0,01	<0,001
3	0,07	<0,01	0,004
4	0,09	<0,01	<0,001
5	0,02	<0,01	<0,001
6	0,05	<0,01	<0,001
7	0,04	<0,01	<0,001
8	0,03	<0,01	<0,001
9	0,03	<0,01	<0,001
10	0,04	<0,01	<0,001

**Tabela IV.** Stężenie metali ciężkich w selerze zakupionym w 10 sklepach sprzedaży detalicznej

**Table IV.** The concentration of heavy metals in celery purchased at 10 retail sales

Nr sklepu	Seler		
	Zawartość metali ciężkich [mg/kg św. masy]		
	Cd	Pb	Hg
1	0,05	<0,01	<0,001
2	0,07	<0,01	<0,001
3	0,37	0,38	<0,001
4	0,05	<0,01	<0,001
5	0,01	0,61	<0,001
6	0,11	0,75	<0,001
7	0,1	<0,01	<0,001
8	0,12	<0,01	<0,001
9	0,1	<0,01	<0,001
10	0,07	<0,01	<0,001

**Tabela V.** Stężenie metali ciężkich w pietruszce zakupionej w 10 sklepach sprzedaży detalicznej

**Table V.** The concentration of heavy metals in parsley purchased at 10 retail sales

Nr sklepu	Pietruszka		
	Zawartość metali ciężkich [mg/kg św. masy]		
	Cd	Pb	Hg
1	0,01	<0,01	<0,001
2	0,04	<0,01	<0,001
3	0,54	0,24	<0,001
4	0,04	<0,01	<0,001
5	0,05	<0,01	<0,001
6	0,12	0,38	<0,001
7	0,26	<0,01	<0,001
8	0,03	<0,01	<0,001
9	0,2	<0,01	<0,001
10	0,11	<0,01	<0,001

**Tabela VI.** Stężenie metali ciężkich w porze zakupionym w 10 sklepach sprzedaży detalicznej

**Table VI.** The concentration of heavy metals in leek purchased at 10 retail sales

Nr sklepu	Por		
	Zawartość metali ciężkich [mg/kg św. masy]		
	Cd	Pb	Hg
1	0,03	<0,01	<0,001
2	0,02	0,35	<0,001
3	0,11	0,35	<0,001
4	0,05	<0,01	<0,001
5	0,03	1,66	<0,001
6	0,04	0,44	<0,001
7	0,02	<0,01	<0,001
8	0,02	<0,01	<0,001
9	0,02	<0,01	<0,001
10	0,03	<0,01	<0,001

**Tabela VII.** Stężenie metali ciężkich w ziemniakach zakupionych w 10 sklepach sprzedaży detalicznej

**Table VII.** The concentration of heavy metals in potatoes purchased at 10 retail sales

Nr sklepu	Ziemniaki		
	Zawartość metali ciężkich [mg/kg św. masy]		
	Cd	Pb	Hg
1	0,01	<0,01	0,002
2	0,01	<0,01	<0,001
3	0,1	<0,01	<0,001
4	0,14	<0,01	<0,001
5	0,06	5,47	<0,001
6	0,08	<0,01	<0,001
7	0,03	<0,01	<0,001
8	0,03	<0,01	<0,001
9	0,02	<0,01	<0,001
10	0,06	<0,01	<0,001

W tabeli VIII zestawiono parametry opisujące kadm, ołów i rtęć w poszczególnych roślinach jadalnych (marchew, seler, pietruszka, por, ziemniak), zakupionych w 10 sklepach sprzedaży detalicznej.

Tabela VIII. Parametry opisujące rozkład stężenia kadmu, ołowiu i rtęci w warzywach ze sklepów sieci detalicznej

Table VIII. Parameters describing the distribution of cadmium, lead and mercury concentration in vegetables from retail chain stores

Warzywo korzeniowe	Metal ciężki	Parametr				Liczba prób
		Min. [mg/kg s.m.]	Max. [mg/kg s.m.]	Średnia	Odchylenie standardowe (SD)	
marchew	Cd	0,02	0,1	0,05	0,03	n= 10
	Pb	<0,01	<0,01	*	*	
	Hg	<0,001	0,004	*	*	
seler	Cd	0,01	0,37	0,11	0,10	n= 10
	Pb	<0,01	0,75	*	*	
	Hg	<0,001	<0,001	*	*	
pietruszka	Cd	0,01	0,54	0,14	0,16	n= 10
	Pb	<0,01	0,38	*	*	
	Hg	<0,001	<0,001	*	*	
por	Cd	0,02	0,11	0,04	0,03	n= 10
	Pb	<0,01	1,66	*	*	
	Hg	<0,001	<0,001	*	*	
ziemniaki	Cd	0,01	0,14	0,05	0,04	n= 10
	Pb	<0,01	5,47	*	*	
	Hg	<0,001	0,002	*	*	

\* zawartości Pb, Hg w większości próbek były poniżej progu oznaczalności

Próbki marchwi (Tab. III, VIII) zakupionej w sklepach na terenie woj. śląskiego charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością metali ciężkich. Średnie stężenie kadmu wynosiło 0,05 mg/kg ś.m. Wartość normatywna stężenia kadmu przekroczona była w marchwi ze sklepu, który importuje warzywa z województwa łódzkiego, natomiast najniższą wartość – 0,02 mg/kg ś.m. oznaczono w marchwi zakupionej w sklepie numer 5. We wszystkich 10 próbkach marchwi oznaczono wartość ołowiu i rtęci poniżej 0,01 i 0,001 mg/kg ś.m. Wyjątek stanowią próbki marchwi ze sklepu nr 1 i 3, w których odnotowano stężenie Hg równe 0,004 mg/kg ś.m.

Średnie stężenie kadmu w badanych próbkach selera (Tab. IV, VIII) uzyskało wartość 0,11 mg/kg ś.m. Najbardziej zanieczyszczony seler pochodził od dostawców z rejonu kujawsko-pomorskiego, w którym

przekroczono maksymalne wartości dopuszczalne zarówno dla kadmu (0,37 mg/kg ś.m.) jak i dla ołowiu (0,38 mg/kg ś.m.). NDS ołowiu zostało oznaczone także w warzywie z dwóch sklepów odpowiadającym numerom 5 i 6. Oznaczone stężenia przekraczały wartość normatywną ustaloną dla Pb, odpowiednio ponad 6-krotnie i 7-krotnie. Zawartość rtęci w 10 próbkach selera były poniżej progu oznaczalności.

Na tle analizowanego materiału roślinnego, pietruszka (Tab. V, VIII) jest warzywem w którym odnotowano najwyższe zawartości Cd. Średnia zawartość tego pierwiastka wynosi 0,14 mg/kg ś.m, a najwyższe oznaczone stężenie, czyli 0,54 mg/kg ś.m, ponad 5-krotnie przekracza maksymalną wartość normatywną (towar sprowadzony z rejonu kujawsko-pomorskiego). W pietruszce zarejestrowano również przekroczenia wartości dopuszczalnej ołowiu. Stężenia ponadnormatywne oznaczono w warzywie zakupionym w sklepach importujących pietruszkę z terenu kujawsko-pomorskiego i Wielkopolski.

Stężenie kadmu w próbkach pora (Tab. VI, VIII) było zróżnicowane. Najwyższe stężenie wyniosło 0,11 mg/kg ś.m (sklep numer 3). W przypadku ołów – wartość normatywną przekroczono w czterech próbkach pora. Maksymalna zawartość ołowiu, czyli 1,66 mg/kg ś.m prawie 17-krotnie przekraczała ustaloną wartość normatywną i została oznaczona w porze zakupionym w sklepie sprowadzającym warzywa z województwa mazowieckiego. Podobnie jak w innych warzywach, poziom rtęci w próbkach był niższy niż 0,001 mg/kg ś.m.

Stężenia kadmu w analizowanych próbkach ziemniaków (Tab. VII, VIII) były nieznacznie zróżnicowane. Maksymalne stężenie, czyli 0,14 mg/kg ś.m stwierdzono w bulwach z rejonu województwa mazowieckiego (sklep numer 4). W przypadku ołowiu i rtęci oznaczone stężenia były niższe od progu detekcji. Wyjątek stanowiła próbka ziemniaków zakupionych w sklepie sprowadzającym je z Mazowsza, w której oznaczona zawartość ołowiu (5,47 mg/kg ś.m) jest najwyższą zbadaną wartością Pb w całym materiale badawczym i prawie 55 razy przekraczała wartość normatywną.

## DYSKUSJA

Obieg metali ciężkich w przyrodzie skutkuje ich swobodnym przejściem przez wszystkie ogniwa łańcucha pokarmowego, powodując kumulację w glebie oraz w organizmach żywych [16, 17]. Efektem oddziaływania metali ciężkich w szczególności kad-

mu, ołowiu i rtęci na człowieka są znaczne zaburzenia w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu. Wykazują silną toksyczność i kumulację w narządach, a niektóre z nich zostały uznane za kancerogenne. W środowisku metale ciężkie najdłużej kumulują się w glebie, nawet do kilkuset lat. Dopuszczalne wartości zanieczyszczeń w glebie zostały zapisane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2002 roku [15].

W obszarze większych miast Śląska nadal obserwuje się przekraczające normę zawartości metali ciężkich w glebie uprawnej, co jest przyczyną zanieczyszczenia warzyw uprawianych lokalnie na takich glebach. Mieszkańcy Śląska narażeni są na spożycie i kumulację tych metali poprzez zakup i konsumpcje warzyw z lokalnych upraw. Badania przeprowadzone w 2012 roku przez Dziubanek G. i wsp. [1] ukazują stan gleb pod względem zanieczyszczenia metalami ciężkimi w obszarze Górnego Śląska. Wykazano, iż wielokrotnie średnia zawartość metali ciężkich w glebach uprawnych była przekroczona, podobnie jak w glebach z przydomowych ogródków, gdzie mieszkańcy uprawiali warzywa dla siebie i swoich rodzin. Autorzy badań podkreślają, iż warzywa korzeniowe, a szczególnie: marchew, pietruszka, seler, najsilniej kumulują metale ciężkie zawarte w glebie [1].

Zawartość kadmu oraz ołowiu w warzywach i zbożach pochodzących z upraw ekologicznych oraz upraw konwencjonalnych badali Staniek i Krejpcio, w roku 2013. Wyniki badań potwierdziły zwiększoną zawartość kadmu oraz ołowiu w warzywach jakimi były marchew oraz kapusta zarówno w uprawach konwencjonalnych jak i ekologicznych. W pracy podkreślono, iż same nawozy mineralne używane pod uprawę warzyw są źródłem zanieczyszczenia warzyw metalami ciężkimi [5].

Stężenia jonów wodorowych H<sup>+</sup> do jonów wodorotlenkowych OH<sup>-</sup> w roztworze glebowym wpływa na pobieranie metali przez rośliny uprawne. W przypadku kadmu, skażenie roślin uprawnych nawet na glebach o naturalnym stężeniu tego pierwiastka jest możliwe w przypadku dużego zakwaszenia całych kompleksów gleby [18].

W pracy analizowano czy konsumenci warzyw zakupionych w sklepach sieci detalicznej są w mniejszym stopniu narażeni na metale ciężkie w stosunku do mieszkańców uprawiających warzywa na skażonych metalami glebach Śląska. Wykazano, iż narażenia na badane metale ciężkie również występuje w warzywach zakupionych w sklepie, a pochodzących z różnych regionów kraju. W badanych warzywach najwięcej przekroczeń dopuszczalnej ilości kadmu oraz obecność ołowiu potwierdzono w wa-

rzywie korzeniowym jakim jest pietruszka co podkreśla jej większą zdolność do kumulacji metali ciężkich niż innych roślin jadalnych. W marchwi, mimo nie wykazania przekroczenia maksymalnej wartości dopuszczalnej ustalonej dla kadmu, zwraca uwagę stosunkowo wysokie jego stężenie we wszystkich próbach, co nie jest korzystne, biorąc pod uwagę fakt wysokiej konsumpcji marchwi przez organizmy najsłabsze, dzieci, o dużej wrażliwości na toksyczne metale ciężkie. Badania te pokazały, iż narażenie na metale ciężkie może wystąpić również w przypadku konsumpcji warzyw zakupionych w sklepach sieci detalicznej. Chociaż najczęściej wartości normatywne ustalone dla kadmu były przekroczone w pietruszce, większy niepokój budzą wysokie stężenia kadmu oznaczone w ziemniakach, ze względu na ich duży udział w diecie, co spowoduje, że dawka kadmu dostarczana do organizmu konsumentów wraz z ziemniakami będzie miała istotne znaczenie w ocenie ich narażenia na ten toksyczny i kancerogeny metal.

Wyniki świadczą o celowości kontynuacji analizy i porównania narażenia na metale ciężkie konsumentów warzyw sprzedawanych jako pochodzące z upraw ekologicznych do narażenia konsumentów warzyw uprawianych w sposób konwencjonalny, kupowanych w sklepach sieci detalicznej.

## WNIOSKI

1. Badania wykazały, że warzywa zakupione w sieci sklepów detalicznych nie zawsze mogą stanowić alternatywę dla konsumentów, mieszkańców obszarów zanieczyszczonych metalami ciężkimi, poszukujących niezanieczyszczonej żywności.
2. W części wybranych do badania sklepów sieci detalicznej, badane warzywa: marchew, pietruszka, por, seler i ziemniak, wykazywały zanieczyszczenie kadmem, przekraczające maksymalną wartość dopuszczalną.
3. Wyniki analizy badanych warzyw nie potwierdzają założenia, iż konsumenci warzyw zakupionych w sklepach sieci detalicznej na Śląsku nie są narażeni na metale ciężkie w przeciwieństwie do tych, którzy konsumują warzywa uprawiane lokalnie.

## PIŚMIENICTWO

- [1] Dziubanek G., Baranowska R., Oleksiuk K.: Metale ciężkie w glebach Górnego Śląska – problem przeszłości czy aktualne zagrożenie? *J Ecol Health* 2012; 16(4): 169-176.

- [2] Paltseva A., Cheng Z., Deeb M., et.al.: Accumulation of arsenic and lead in garden-grown vegetables: Factors and mitigation strategies. *Sci Total Environ* 2018; 640-641: 273-283.
- [3] Gut K., Rogala D., Marchwińska-Wyrwał E.: Narażenie na kadm konsumentów warzyw korzeniowych uprawianych na zanieczyszczonych glebach województwa śląskiego. *MONZ* 2017; 23(4): 245-249.
- [4] Gut K., Marchwińska-Wyrwał E., Rogala D.: Wpływ przygotowania marchwi do spożycia na stężenie metali ciężkich w konsumowanym produkcie. *MONZ* 2017; 23(4): 240-244.
- [5] Staniek H., Krejpcio Z.: Ocena zawartości Cd i Pb w wybranych produktach ekologicznych i konwencjonalnych. *Probl Hig Epidemiol* 2013; 94(4): 857-861.
- [6] Krzywy I., Krzywy E., Peregud-Pogorzelski J, i wsp.: Kadm – Czy jest się czego obawiać?. *Ann Acad Med Stetin*. 2011; 57(3): 49-63.
- [7] Jastrzębski T, Kowalska A, Szymala I., i wsp.: Narażenie na kadm w okresie pre- i postnatalnym – jego wpływ na płodność i na zdrowie dzieci. *Med Srod.* 2016; 19(3): 58-64.
- [8] Evrenoglou L, Partsinevelou S.A., Stamatis P., et.al.: Children exposure to trace levels of heavy metals at the north zone of Kifissos River. *Sci Total Environ* 2013; 443: 650-661.
- [9] Nieć J., Baranowska R., Dziubanek, i wsp.: Narażenie środowiskowe dzieci na metale ciężkie zawarte w glebach z placów zabaw, boisk, piaskownic i terenów przedszkoli z obszaru Górnego Śląska. *J Ecol Health*. 2013; 17(2): 55-62.
- [10] Orzeł D., Styczyńska M., Biernat J.: Ocena zanieczyszczenia metalami ciężkimi produktów roślinnych z terenów uprzemysłowionych Dolnego Śląska. *BROMATOL CHEM TOKSYK* 2010; 2: 152-157.
- [11] Cyran M.: Wpływ środowiskowego narażenia na rtęć na funkcjonowanie organizmu człowieka. *Med Srod.* 2013; 16 (3): 55-58.
- [12] Piontek M, Fedyczak Z, Łuszczynska K, Lechów H.: Toksyczność miedzi, cynku oraz kadmu, rtęci i ołowiu dla człowieka, kregowców i organizmów wodnych. *ZN UZ IŚ*. 2014; 35: 70-83.
- [13] 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. (Dz.U.UE.L.2014.138.75)
- [14] Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych
- [15] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi (Dz.U. 2016 poz. 1395)
- [16] Łukowski A., Wiater J., Dymko A.: Bioakumulacja metali ciężkich w trawach pastewnych. *Inż Ekolog* 2017; 18(1): 149-158.
- [17] Maciołek H., Zielińska A., Domarecki T.: Oddziaływanie geobiologiczno-chemiczne kadmu i ołowiu na środowisko przyrodnicze. *J Ecol Health* 2013; 17(2): 63-71.
- [18] Sady W., Smoleń S.: Wpływ czynników glebowo-nawozowych na akumulację metali ciężkich w roślinach (w:) Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych. *Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań* 2004: 269-277.

*Adres do korespondencji:*

*Monika Pająk  
ul. Chopina 3/40  
41-300 Dąbrowa Górnicza  
e-mail: mpajak@sum.edu.pl  
tel. 507 816 219*