

# Wpływ przygotowania marchwi do spożycia na stężenie metali ciężkich w konsumowanym produkcie

Klaudia Gut<sup>1</sup>, Ewa Marchwińska-Wyrwał<sup>1</sup>, Danuta Rogala<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zakład Zdrowia Środowiskowego, Katedra Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach

Gut K, Marchwińska-Wyrwał E, Rogala D. Wpływ przygotowania marchwi do spożycia na stężenie metali ciężkich w konsumowanym produkcie. Med Og Nauk Zdr. 2017; 23(4): 240–244. doi: 10.26444/monz/79282

## Streszczenie

**Wprowadzenie.** Metale ciężkie są częstym zanieczyszczeniem środowiska. Zdolność do kumulacji oraz mobilność metali ciężkich w środowisku powoduje, że ich ponadnormatywne stężenia mogą być oznaczane w produktach żywnościowych. Spożywanie marchwi, która wykazuje skłonność do pobierania i kumulacji metali ciężkich w korzeniu spichrzowym może być istotnym źródłem narażenia człowieka na te pierwiastki.

Celem pracy była analiza pod kątem zanieczyszczenia metalami ciężkimi marchwi pochodzącej z różnych punktów sprzedaży w zależności od sposobu przygotowywania jej do spożycia.

**Materiał i metody.** Materiał do badań stanowiło 10 prób marchwi dostępnej w sprzedaży na terenie województwa śląskiego. Przy użyciu spektrometru bezplamieniowej absorpcji atomowej z atomizacją elektrotermiczną (ETAAS) określono występowanie ołowiu (Pb), kadmu (Cd) oraz cynku (Zn) w próbach takich jak: sok, marchew obrana gotowana, marchew obrana surowa, marchew cała świeża, a także w częściach niekonsumowanych przez człowieka (wytłoki z soku, obierzyny).

**Wyniki.** Marchew uprawiana na glebach zanieczyszczonych jest istotnym źródłem metali ciężkich w diecie. Największe ryzyko dla zdrowia spośród analizowanych pierwiastków stanowi kadm. Badania wykazały, że sposób przygotowania marchwi do konsumpcji ma wpływ na wielkość narażenia drogą pokarmową na kadm oraz cynk.

**Wnioski.** Miejsce zakupu, niezależnie od charakteru i rozmiaru jednostki handlowej, nie stanowi identyfikacji wielkości narażenia konsumenta na metale ciężkie. Ze względu na wykazaną zależność zawartości metali, zwłaszcza kadmu, od sposobu przygotowania marchwi do konsumpcji wydaje się istotne upowszechnienie tej wiedzy i jej wykorzystanie w indywidualnym zarządzaniu ryzykiem zdrowotnym.

## Słowa kluczowe

narażenie, metale ciężkie, zarządzanie ryzykiem zdrowotnym

## WPROWADZENIE

*Daucus carota L.*, czyli marchew zwyczajna zaliczana jest do roślin uprawnych z rodziny selerowatych. Część jadalną warzywa stanowi korzeń, który w różnej formie i postaci może zostać przygotowany do konsumpcji przez człowieka. W Polsce ze względu na umiarkowany klimat nie występują trudności z jej uprawą, która zajmuje ok. 24 tys. ha powierzchni [1].

Marchew jest składnikiem bardzo powszechnie występującym w diecie osób dorosłych, jak i dzieci. Obok znacznej wartości odżywczej, marchew jest bogata w karotenoidy będące przykładem naturalnych przeciwutleniaczy. Wśród nich w największej ilości (45–70%) występuje  $\beta$ -karoten [2]. Niezależnie od związków korzystnych dla organizmu człowieka marchew pobiera, w większej ilości niż inne warzywa, związki niekorzystne dla zdrowia człowieka, takie jak chlorowcopochodne związki organiczne czy metale ciężkie, które kumulują w korzeniu spichrzowym przeznaczonym do spożycia. Zawartość tych związków w warzywie uzależniona jest od warunków środowiskowych w miejscu uprawy, zwłaszcza od ich stężenia w glebie i powietrzu. Nie

bez znaczenia jest również odmiana marchwi oraz sposób nawożenia uprawy [3].

Wysoka koncentracja metali ciężkich w środowisku związana jest w głównej mierze z emisją antropogeniczną i występuje najczęściej w zasięgu oddziaływania zakładów wydobywczo-przetwórczych rud metali nieżelaznych, przemysłu energetycznego, wydobywczego, hutnictwa i komunikacji. Uprawa roślin jadalnych (warzyw, roślin strączkowych i zbóż) na terenach zanieczyszczonych może być istotnym czynnikiem ryzyka zdrowotnego dla ludzi [4].

Metale ciężkie są związkami toksycznymi i – niektóre z nich – kancerogennymi, które mają zdolność do odkładania się w tkankach i narządach przez wiele lat. Objawy chorobowe mogą być zróżnicowane ze względu na stopień toksyczności pierwiastka oraz czasu narażenia i wielkość przyjętej dawki. Rozpatrując ich wpływ na zdrowie, należy uwzględnić przewlekłą ekspozycję na te związki w dawkach, które, nie przekraczając określonych wartości normatywnych, mogą spowodować z czasem problemy zdrowotne, dając niespecyficzne objawy chorobowe (np. bóle głowy, zaburzenia łaknienia itp). Takie negatywne skutki odległe w czasie mogą występować nawet po ustaniu ekspozycji [5].

Populacja dzieci jest szczególnie narażona na zaburzenia zdrowotne związane z chemicznym zanieczyszczeniem żywności. Biorąc pod uwagę główną drogę transportu metali ciężkich do organizmu, tj. drogę pokarmową, narażenie dzieci w porównaniu do osób dorosłych jest większe, ponieważ

Adres do korespondencji: Klaudia Gut, Zakład Zdrowia Środowiskowego, Katedra Zdrowia Środowiskowego, Wydział Zdrowia Publicznego w Bytomiu Śląskiego Uniwersytetu Medycznego w Katowicach  
E-mail: kgut@sum.edu.pl

Wysłano: 25 września 2017; zaakceptowano do druku: 27 października 2017

pobierają one większe ilości pokarmu w przeliczeniu na kilogram masy ciała. Ponadto, w populacji najmłodszych dodatkowe ilości metali mogą dostawać się do organizmu drogą pozazywniową, co jest związane z ich zachowaniami behawioralnymi [6, 7]. Ekspozycja na substancje chemiczne w okresie wzrostu i rozwoju dzieci zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia różnych zaburzeń funkcjonalnych w ich dorosłym życiu [6].

W przypadku ołowiu i kadmu łożysko nie stanowi bariery, stąd też metale te przenikają z organizmu matki do płodu, a także mogą być przekazywane do organizmu dziecka w procesie karmienia piersią. Badania potwierdzają, że narażenie na ołów już w okresie prenatalnym może być przyczyną wystąpienia neurotoksycznych zmian w mózgu. Objawiają się one opóźnionym rozwojem psychomotorycznym oraz niższym ilorazem inteligencji w późniejszych latach. Ujawnić się to może podczas nauki w szkole, gdy na tle rówieśników dziecko ma problemy z prawidłową percepcją i koncentracją, osiągając tym samym najczęściej gorsze wyniki w nauce. Podwyższonemu poziomowi ołowiu we krwi dzieci przypisuje się również upośledzenie funkcji poznawczych, socjalizacyjnych (większą skłonność do agresji bądź depresji) oraz nadpobudliwość, nie wyłączając ADHD [5, 8]. Poza działaniem neurotoksycznym, ołów działa również muta- i teratogennie. Przekłada się to na porody przedwczesne, występowanie u dzieci wad wrodzonych czy niskiej urodzeniowej masy ciała (LBW) [9]. Efektem ekspozycji matek na kadm mogą być również wady wrodzone płodu (np. rozczep podniebienia, wodogłowie), a także istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia zaburzeń w prawidłowym rozwoju psychofizycznym dziecka. W przypadku kobiet ciężarnych za skutki narażenia na Cd uważa się również zwiększoną liczbę występowania poronień samoistnych oraz niską masę urodzeniową dzieci [7].

Ze względu na przeznaczenie dużych ilości uprawianej marchwi do konsumpcji (zaopatrzenie rynku, przetwórstwo, przechowywanie, sprzedaż wczesna w pęczkach) jej jakość powinna być kontrolowana na każdym etapie uprawy i przetwórstwa, a szczególnie restrykcyjnej kontroli powinna poddawana być marchew przeznaczona do spożycia przez dzieci [1, 3].

## CEL PRACY

W pracy założono, że sposoby przetwarzania marchwi mają wpływ na stężenie metali ciężkich w marchwi przygotowanej do konsumpcji, co można byłoby wykorzystać, aby zmniejszyć narażenie konsumentów na metale ciężkie przyjmowane drogą pokarmową.

Celem pracy była analiza marchwi z różnych punktów sprzedaży pod kątem zanieczyszczenia metalami ciężkimi i w zależności od sposobu przygotowywania jej do spożycia.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 10 prób marchwi kupionej w różnych punktach sprzedaży z centralnej części województwa śląskiego. Wszystkie warzywa pochodziły z Polski, jednak z odmiennych terenów uprawy. Zakup dokonywany był losowo w supermarketach, w osiedlowych sklepach z warzywami, w sklepach z ekologiczną żywnością oraz na targowiskach.

**Tabela 1.** Miejsce uprawy i zakupu marchwi

Próbka	Miejscowość uprawy	Miejsce zakupu
Marchew I	Stawiszyn	Supermarket
Marchew II	Charsznica	Targowisko
Marchew III	Mysłowice	Sklep ekologiczny
Marchew IV	Biała Rawska	Targowisko
Marchew V	Bydgoszcz	Sklep warzywny
Marchew VI	Piekary Śląskie	Supermarket
Marchew VII	Zbrosławice	Sklep warzywny
Marchew VIII	Wilkowa Wieś	Sklep ekologiczny
Marchew IX	Bydgoszcz	Targowisko
Marchew X	okolica Krakowa	Sklep warzywny

Z każdej kupionej porcji marchwi (ok. 0,5 kg) przygotowano 6 prób, przy czym na każdą składało się warzywo w innej postaci – jednej z form, które zwykle powstają w procesie przygotowania marchwi do konsumpcji. Obejmowały one:

1. sok,
2. wytłoki,
3. marchew obraną gotowaną,
4. marchew obraną surową,
5. marchew całą świeżą,
6. obierki z marchwi.

Przeanalizowano łącznie 60 prób marchwi pod kątem zawartości metali ciężkich (ołowiu, kadmu oraz cynku). Odpowiednio przygotowane naważki próbek zostały poddane procesowi mineralizacji w mineralizatorach mikrofalowych Magnum II firmy ERTEC, z wykorzystaniem spektralnie czystego kwasu azotowego V. Zawartość ołowiu, kadmu oraz cynku w zmineralizowanych próbkach oznaczono przy użyciu spektrometru bezplamieniowej absorpcji atomowej z atomizacją elektrotermiczną (ETAAS) firmy GBC. Zgromadzony materiał badawczy został oceniony pod kątem zgodności z rozkładem normalnym za pomocą testu Shapiro-Wilka na poziomie istotności wynoszącym 95%. Z uwagi na niezgodność zmiennych z rozkładem normalnym zastosowano test kolejności par Wilcoxon, który jest nieparametrycznym odpowiednikiem testu t-Studenta dla zmiennych powiązanych. Analiza statystyczna zebranego materiału wykonana została z wykorzystaniem programów Microsoft Office (MS Excel) i Statistica 12.0 StatSoft Polska.

## WYNIKI BADAŃ

Stężenia Cd, Pb i Zn w badanych próbkach były zróżnicowane nie tylko w zależności od analizowanego metalu, ale również od formy badanej marchwi (tab. 2–4).

Oznaczone ilości ołowiu i kadmu zostały porównane z maksymalnymi wartościami dopuszczalnymi, określonymi w Rozporządzeniach Komisji Europejskiej (UE). Zarówno w przypadku ołowiu, jak i kadmu najwyższy dopuszczalny poziom w warzywach korzeniowych wynosi 0,10 mg/kg świeżej masy [10, 11]. Normy prawne nie regulują maksymalnego dopuszczalnego poziomu cynku w żywności.

W przypadku ołowiu większość próbek charakteryzowała się stężeniem poniżej 0,002 mg/kg świeżej masy. W żadnej z analizowanych próbek marchwi nie odnotowano przekroczenia najwyższego dopuszczalnego poziomu Pb ustalonego

**Tabela 2.** Zawartość ołowiu w badanych próbkach marchwi [mg/kg świeżej masy]

PRÓBKA	[mg/kg świeżej masy]						
	OŁÓW	Obierki	Marchew obrana gotowana	Sok	Wytłoki	Marchew obrana	Marchew cała świeża
Marchew I	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew II	< 0,002	0,002	0,009	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew III	< 0,002	< 0,002	0,038	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew IV	< 0,002	< 0,002	0,004	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew V	< 0,002	< 0,002	0,015	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew VI	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew VII	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew VIII	< 0,002	< 0,002	0,023	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew IX	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
Marchew X	< 0,002	< 0,002	0,033	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002

**Tabela 3.** Zawartość kadmu w badanych próbkach marchwi [mg/kg świeżej masy]

PRÓBKA	[mg/kg świeżej masy]						
	KADM	Obierki	Marchew obrana gotowana	Sok	Wytłoki	Marchew obrana	Marchew cała świeża
Marchew I	0,05	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01
Marchew II	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03
Marchew III	0,09	0,07	0,02	0,02	0,04	0,02	0,02
Marchew IV	0,06	0,04	0,10	<b>0,15</b>	0,08	0,04	0,04
Marchew V	0,04	0,02	0,03	0,05	0,03	0,01	0,01
Marchew VI	<b>0,85</b>	<b>0,40</b>	0,01	<b>0,67</b>	<b>0,55</b>	<b>0,62</b>	
Marchew VII	<b>0,16</b>	<b>0,11</b>	0,09	<b>0,10</b>	0,06	<b>0,11</b>	
Marchew VIII	0,05	0,02	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02
Marchew IX	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marchew X	0,07	0,03	0,04	0,07	0,03	0,04	0,04

**Tabela 4.** Zawartość cynku w badanych próbkach marchwi [mg/kg świeżej masy]

PRÓBKA	[mg/kg świeżej masy]						
	CYNK	Obierki	Marchew obrana gotowana	Sok	Wytłoki	Marchew obrana	Marchew cała świeża
Marchew I	0,01	0,01	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
Marchew II	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Marchew III	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,01	0,01
Marchew IV	0,02	0,01	0,08	0,02	0,01	0,01	0,02
Marchew V	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01
Marchew VI	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
Marchew VII	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01
Marchew VIII	0,06	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
Marchew IX	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Marchew X	0,01	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01

na poziomie 0,10 mg/kg świeżej masy. Zawartość cynku mieściła się w przedziale 0,00–0,08 mg/kg świeżej masy. Najwyższe oznaczone wartości dotyczyły Cd, którego stężenie

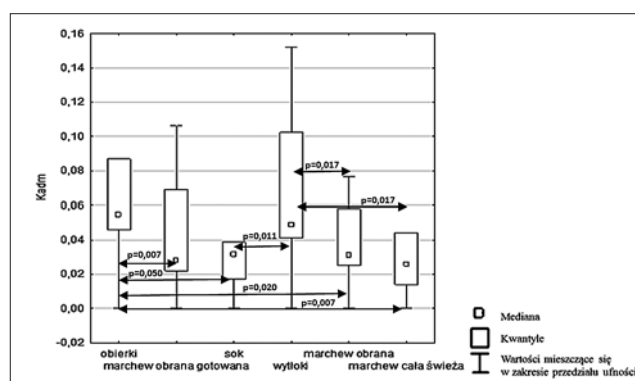
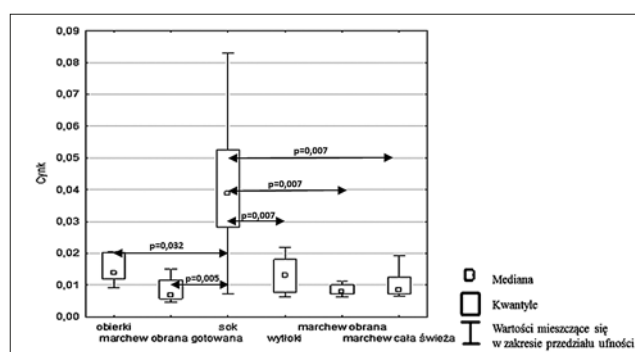
kilkakrotnie przekraczało maksymalny dopuszczalny poziom.

W jedenastu próbkach na 60 badanych odnotowano przekroczenie maksymalnego dopuszczalnego stężenia kadmu. Najwyższa oznaczona wartość, czyli 0,85 mg Cd/kg świeżej masy, prawie 9-krotnie przekroczyła najwyższy dopuszczalny poziom ustalony w Rozporządzeniu. Największą średnią zawartością Cd charakteryzowały się obierki z marchwi (0,14 mg/kg świeżej masy), a najniższą – sok (0,04 mg/kg świeżej masy).

Największa zawartość Cd odnotowana została w próbce marchwi nr VI. Maksymalne dopuszczalne wartości zostały przekroczone dla każdej postaci marchwi, z wyjątkiem soku. Miejscem uprawy było gospodarstwo rolne w Piekarach Śląskich.

Średnie stężenie cynku w próbkach było nieznacznie zróżnicowane w zależności od postaci badanego warzywa. Odwrotnie niż w przypadku kadmu, najwyższe stężenie cynku, wynoszące 0,08 mg/kg świeżej masy, wykryto w soku z marchwi (próbka nr IV).

Zarówno w przypadku kadmu, jak i cynku zawartość metali ciężkich w marchwi różni się. Różnice te są istotne statystycznie i zależą od części marchwi i sposobu jej przygotowania ( $p$ -wartość < 0,05). Ryciny 1 i 2 przedstawiają wyniki statystyk opisowych oraz wyniki analiz, które były istotne statystycznie.

**Rycina 1.** Wartości statystyk opisowych dla stężenia kadmu w różnych częściach marchwi oraz p-wartości dla testu kolejności par Wicoxona**Rycina 2.** Wartości statystyk opisowych dla stężenia cynku w różnych częściach marchwi oraz p-wartości dla testu kolejności par Wicoxona

## DYSKUSJA

Jednym z potencjalnych źródeł narażenia osób dorosłych i dzieci na metale ciężkie jest powszechnie spożywana



marchew. W większości prowadzonych badań w zakresie analizy zawartości metali ciężkich w warzywach nie uwzględnia się różnych postaci, w jakich jest konsumowana. Na podstawie uzyskanych w niniejszej pracy wyników można zaobserwować, że zawartość kadmu i cynku w marchwi jest zróżnicowana w zależności od formy konsumowanego warzywa. Natomiast zawartość ołowiu we wszystkich badanych próbkach marchwi była niska, bez względu na sposób przygotowania marchwi do konsumpcji.

Największą zawartość kadmu odnotowano w częściach, które w procesie przygotowywania do konsumpcji są odrzucane (obierki, wylłoki). Aby zredukować narażenie na kadm, marchew powinna być zatem obierana, gdyż w obierkach koncentracja Cd jest największa. Z badań wynika, że najmniej narażone na kadm są osoby spożywające świeży sok z marchwi, ponieważ pierwiastek ten pozostaje w wylłokach, które są niejadalne. Mimo odwrotnej zależności obserwowanej w przypadku cynku (największa koncentracja w soku) spożywanie marchwi w postaci soku stanowi najbardziej bezpieczną, a zatem wskazaną formę jej konsumpcji, ze względu na toksyczność i kancerogenność kadmu. Cynk, jako jedyny z badanych metali, jest niezbędny dla ludzkiego organizmu w niższych stężeniach.

Wpływ na obniżenie zawartości metali ciężkich w marchwi ma także proces obróbki termicznej. W celu obniżenia poziomu zawartości Cd za najbardziej efektywny sposób termicznej obróbki marchwi uznaje się gotowanie. Uprzednie namoczenie marchwi dodatkowo zwiększa efektywność zmniejszenia jej zanieczyszczenia metalami ciężkimi [12].

Badania wykazały, że przeciętny mieszkaniec województwa śląskiego może nabyć marchew zanieczyszczoną kadmem w różnych miejscach sprzedaży.

Za najbardziej bezpieczną (najmniej zanieczyszczoną) żywność uważa się tę, pochodzącą z ekologicznego systemu gospodarowania, niestosującego środków chemicznych (jak nawozy, pestycydy) typowych dla rolnictwa konwencjonalnego [13, 14].

Rolnictwo ekologiczne nie daje pełnej gwarancji w zakresie bezpieczeństwa upraw. Zanieczyszczenie chemiczne wszystkich elementów środowiska oraz transgraniczna migracja tych zanieczyszczeń nie omija produktów ekologicznych i nawet zachowanie wszystkich wymogów i standardów uprawy nie zapewnia żywności wolnej od zanieczyszczeń chemicznych. Badania monitoringowe potwierdzają, że nawet marchew uprawiana na terenach czystych ekologicznie może się charakteryzować podwyższonym stężeniem metali ciężkich, szczególnie kadmu [15, 16]. Największe ryzyko wysokich zawartości metali ciężkich w uprawianych roślinach jadalnych występuje na terenach uprzemysłowionych, takich jak Górny Śląsk, gdzie wysokie stężenia metali ciężkich w glebach uprawnych stanowią wciąż aktualny problem [4].

Wyniki badań są zgodne z pracami innych badaczy, którzy wykazali, że warzywa uprawiane na terenie miasta Piekary Śląskie charakteryzowały się wysoką zawartością ołowiu i kadmu, a w przypadku marchwi stwierdzono 8-krotne przekroczenie najwyższego dopuszczalnego stężenia kadmu. Dla mieszkańców Górnego Śląska spożywanie zanieczyszczonej żywności pochodzącej z lokalnych upraw może być istotnym czynnikiem ryzyka zdrowotnego [17].

Jak wykazały badania, w żadnej z próbek marchew sporządzana z upraw zlokalizowanych w północnej części Polski (Bydgoszcz) nie zawierała badanych metali w stężeniach

przekraczających dopuszczalny poziom, niezależnie od sposobu przygotowania jej do konsumpcji.

Ze względu na wykazaną zależność zawartości metali, zwłaszcza kadmu w marchwi, od sposobu przygotowania marchwi do konsumpcji, wydaje się istotne upowszechnienie tej wiedzy i jej wykorzystanie w indywidualnym zarządzaniu ryzykiem zdrowotnym.

## WNIOSKI

1. Zawartość metali ciężkich w marchwi zależy od miejsca jej uprawy i zanieczyszczenia gleby, na której jest uprawiana.
2. Miejsce zakupu tego warzywa, niezależnie od charakteru i rozmiaru jednostki handlowej, nie stanowi identyfikacji wielkości narażenia organizmu ludzkiego na metale ciężkie.
3. Sposób przygotowania marchwi do konsumpcji ma wpływ na wielkość narażenia drogą pokarmową osoby ją spożywającej na kadm oraz cynk.
4. Ze względu na wykazaną zależność zawartości metali ciężkich, zwłaszcza kadmu, od sposobu przygotowania marchwi do konsumpcji, wydaje się istotne upowszechnienie tej wiedzy i jej wykorzystanie w indywidualnym zarządzaniu ryzykiem zdrowotnym.

## PIŚMIENNICTWO

1. Anyszka Z. Metodyka integrowanej ochrony marchwi (Materiały dla doradców). Instytut Ogrodnictwa. InHort 2013.
2. Kondratowicz-Pietruszka E. Charakterystyka składu chemicznego i wartości odżywczej soków zbożonych karotenem. Zeszyty naukowe 2006; 710: 43–58.
3. Adamicki F, Nawrocka B. Metodyka integrowanej produkcji marchwi. PIORIN 2005. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego, Radom, ISBN 83-89060-33-7.
4. Dziubanek G, Baranowska R, Oleksiuk K. Metale ciężkie w glebach Górnego Śląska – problem przeszłości czy aktualne zagrożenie? JEcol-Health 2012; 16(4): 169–175.
5. Boguszewska A, Pasternak K. Lead – influence on biochemical processes of human organism. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska 2004; XIV (35): 179–183.
6. Järup L. Hazards of heavy metal contamination. British Medical Bulletin 2003; 68(1): 167–182.
7. WHO. Exposure of children to chemical hazards in food. ENHIS 2009. URL: <http://www.euro.who.int/en/data-and-evidence/environment-and-health-information-system-enhis/publications/pre-2009/archived-enhis-fact-sheets-2007/exposure-of-children-to-chemical-hazards-in-food-enhis-2007-fact-sheet-4.4> (dostęp: 05.09.2017).
8. Jasiński M, Bryczek M, Opolska M i wsp. Chronic effect of lead and mercury on human organism. Health and wellness 2015; 1: 165–169.
9. Krzywy I, Krzywy E, Pastuszek-Gabinowska M i wsp. Ołów – czy jest się czego obawiać? Roczniki Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie 2010; 56(2): 118–128.
10. 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.
11. Rozporządzenie komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej.
12. Wachowicz I, Czarnecka-Skubina E. Wpływ procesu kulinarnego na wybrane mierniki jakości marchwi i buraków. Żywność 2004; 3(40): 204–2017.
13. Staniak S. Charakterystyka żywności produkowanej w warunkach rolnictwa ekologicznego. Polish Journal of Agronomy 2014; 19: 25–35.
14. Gadomska J, Sadowski T, Buczkowska M. Ekologiczna żywność jako czynnik sprzyjający zdrowiu. Probl Hig Epidemiol 2014; 95(3): 556–560.
15. Miśniakiewicz M, Suwała G. Żywność ekologiczna w świadomości Polaków. Zeszyty Naukowe AE w Krakowie 2006; 705: 57–75.

16. Staniek H, Krejpcio Z. Ocena zawartości Cd i Pb w wybranych produktach ekologicznych i konwencjonalnych. *Probl Hig Epidemiol* 2013, 94(4): 857–861.

17. Rusin M, Szymala I, Bednarska A i wsp. 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.

## Effect of preparation of carrots for consumption and content of heavy metals in the product consumed

### Abstract

**Introduction.** Heavy metals are a common environmental pollution. Due to their capability for accumulation and mobility in the environment, their excessive concentrations may be detected in food products. The consumption of carrots, which show the tendency to absorb and accumulate heavy metals in their storage roots, may be an important source of exposure to these elements.

**Objective.** The aim of the study was analysis of carrots at different points of sale from the aspect of their contamination by heavy metals, and according to the method of preparation of carrots for consumption.

**Material and method.** The research material consisted of 10 samples of carrots available for sale in the Upper Silesia Region. Using Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry, the content of Pb, Cd and Zn were determined in samples such as: juice, peeled cooked carrot, raw peeled carrots, whole fresh carrots, as well as in the parts of carrots which are not consumed by humans (pomace from juice, peelings).

**Results.** Carrots grown on contaminated soils are an important source of heavy metals in the diet. Among the analyzed elements, cadmium creates the highest health risk. Studies have shown that the method of preparing carrots for consumption affects the magnitude of exposure to cadmium and zinc by alimentary route.

**Conclusions.** The place of purchase, regardless of the type and size of a trading unit, does not mean identification of the level of exposure. Considering the demonstrated relationship between the content of metals, particularly cadmium, and the method of preparation of carrots for consumption, it seems important to spread this knowledge and use it in the management of individual health risk.

### Key words

exposure, heavy metals, management of health risk