

ZAWARTOŚĆ KADMU I OŁOWIU W MARCHWI POCHODZĄCEJ Z UPRAW EKOLOGICZNYCH I KONWENCJONALNYCH

ELŻBIETA TOŃSKA¹, MICHAŁ TOŃSKI², JOANNA KLEPACKA¹, JOANNA ŁUCZYŃSKA¹, BEATA PASZCZYK¹

¹*Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Uniwersytet warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Heweliusza 6, 10-957 Olsztyn*

²*Katedra Analizy Środowiska, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk*

Synopsis. Surowce ekologiczne są zdecydowanie droższe w porównaniu do tych produkowanych metodami konwencjonalnymi (przemysłowymi). Wywołuje to zainteresowanie konsumentów jakością tej żywności, a szczególnie podstawą jej wyższej ceny i ewentualną zawartością niepożądanych składników, takich jak metale ciężkie. Celem niniejszej pracy było określenie i porównanie poziomu kadmu i ołowiu w marchwi pochodzącej z upraw ekologicznych i konwencjonalnych oraz odniesienie uzyskanych wyników do obowiązujących norm unijnych dotyczących zawartości tych pierwiastków w marchwi. Zawartość kadmu i ołowiu w próbach marchwi objętej doświadczeniem oznaczono metodą bezpłomieniowej spektrometrii atomowej, przy zastosowaniu spektrometru iCE 3000 firmy THERMO, wyposażonego w odpowiednie lampy katodowe oraz korekcję tła Zeemana. Zarówno poziom kadmu jak i ołowiu w marchwi ekologicznej okazał się niższy ($p \leq 0,05$) niż w marchwi pochodzącej z upraw konwencjonalnych. Uzyskane wyniki zawartości kadmu i ołowiu w obu rodzajach marchwi okazały się niższe od poziomów wskazanych w obowiązujących normach UE.

Słowa kluczowe: marchew, kadm, ołów, spektrometria absorpcji atomowej

WSTĘP

Marchew jest jednym z najpopularniejszych warzyw uprawianych i spożywanych, głównie ze względu na obecność wielu bardzo istotnych dla organizmu substancji żywnościowych. Zdecydowana większość jej rocznej produkcji wykorzystywana jest w gastronomii oraz bezpośrednio w gospodarstwach domowych, natomiast inną część wykorzystuje się do przetworzenia. Łatwość uprawy marchwi, duża plenność oraz przydatność do produkcji różnych przetworów, a także możliwość długotrwałego przechowywania powoduje, że może być spożywana przez cały rok [Czerwińska i Zgórska 2011]. Jednocześnie marchew należy do warzyw, w których mogą znajdować się szkodliwe związki przenikające z gleby, na której była prowadzona uprawa. Do najbardziej niebezpiecznych dla zdrowia konsumentów składników mineralnych obecnych w marchwi zalicza się rtęć, kadm, ołów, a także arsen, chrom i nikiel. Obecność ich w marchwi w dużym stopniu zależy od miejsca jej uprawy, jakości gleby oraz od stosowanych nawozów mineralnych. Udowodniono, że na zawartość szkodliwych pierwiastków wpływa również infrastruktura przemysłowa danego obszaru, między innymi rozwój dróg i transportu, a także występujące blisko upraw marchwi ścieki komunalne i rolnicze. [Bielińska 2009, Brzeziński i Sosulski 2009, Sady i Smoleń 2004, Smoleń i in. 2009, Tońska i in. 2015]. Kadm i ołów stwarzają zagrożenie dla zdrowia ze względu na swoją toksyczność. Są to metale ciężkie o masie atomowej powyżej 20, niespełniające pozytywnej roli w organizmie, charakteryzują się wy-

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* elzbieta.tonska@uwm.edu.pl

łącznie szkodliwym działaniem, które może być tolerowane przez organizm człowieka w ściśle określonych granicach. Działanie toksyczne tych metali wynika z ich trwałości w środowisku oraz zdolności akumulacji w tkankach miękkich i w kościach. Mogą one również wykazywać działanie kancerogenne, teratogenne czy mutagenne [Gertig 1996, Gertig i Przysławski 2007, Kondej 2007]. Warzywa, między innymi marchew, dostępne na rynku, pochodzą z upraw prowadzonych w różnym systemie. Powszechnie stosowane w uprawie warzyw (w tym marchwi) są systemy konwencjonalne, przemysłowe tzw. intensywne. Głównym motorem tego kierunku upraw jest wynik ekonomiczny [Molendowski i in. 2012]. W opozycji do nich rozwija się również produkcja żywności ekologicznej, znacznie droższej, której uprawa opiera się na metodach zbliżonych do naturalnych. Według niektórych pozycji literaturowych skład chemiczny decydujący o jakości tych surowców odbiega od żywności wytwarzanej metodami konwencjonalnymi [Leszczyńska 1999, Rembiałkowska i in. 2001]. Dla konsumentów bardzo ważna jest jakość zdrowotna i żywieniowa dostępnej na rynku żywności (w tym warzyw) zarówno ekologicznej, jak i tej produkowanej metodami przemysłowymi. W dobie otwartego rynku i globalizacji pojawia się również problem autentyczności dostępnych surowców i produktów ekologicznych. Uzasadnia to konieczność prowadzenia badań naukowych dotyczących poznania składu chemicznego surowców ekologicznych w porównaniu do tych, pozyskiwanych metodami konwencjonalnymi. Należy podkreślić, że prowadzone są szerokie badania mające na celu opracowanie bazy danych umożliwiających identyfikację nieznaną próbkę żywności ekologicznej, jednakże jednoznacznych osiągnięć tu jeszcze nie zanotowano, co wymaga dalszych wielowątkowych badań [Śmiechowska 2007]. W niniejszej pracy podjęto próbę przeprowadzenia oceny toksykologicznej (poziom Cd, Pb) marchwi pochodzącej z upraw ekologicznych i konwencjonalnych, dostępnych jednocześnie (w tym samym okresie) na rynku. Wynikiem doświadczenia było oznaczenie i porównanie zawartości kadmu i ołowiu w marchwi pochodzącej z różnych upraw oraz odniesienie uzyskanych wyników do obowiązujących norm dotyczących dopuszczalnych poziomów wybranych metali ciężkich w marchwi.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiła marchew pochodząca z upraw ekologicznych i marchew uprawiana konwencjonalnie (przemysłowo), dostępna w ciągu dwóch lat (2011–2012) w sklepach detalicznych na terenie miasta Olsztyn. Próbkę obu systemów uprawy marchwi stanowiły jednostkowe opakowania. Na opakowaniach analizowanych surowców marchwi umieszczona była etykieta, która zawierała następujące informacje: nazwa artykułu, masa, kaliber, kraj pochodzenia, dostawca, numer partii. Na opakowaniach marchwi ekologicznej dodatkowo zamieszczony był znak (zielony liść) zgodny z Rozporządzeniem UE, świadczący o pochodzeniu marchwi z upraw ekologicznych. Istotną informacją była kilkukrotnie wyższa cena marchwi ekologicznej. W całym okresie prowadzonych badań zakupiono łącznie po 36 opakowań marchwi ekologicznej i konwencjonalnej. Badania zostały przeprowadzone w pracowni AAS Katedry Towaroznawstwa i Badań Żywności Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Marchew została oczyszczona, opłukana oraz osuszona, następnie rozdrobione próbki świeżej marchwi naważono do parownic kwarcowych w trzech powtórzeniach z każdego opakowania i poddano je suszeniu, następnie zwęgleniu na płytkach elektrycznych, po czym próbki spopieleno w piecach elektrycznych w temperaturze 480°C przez 10 godzin. Po spopieleniu rozpuszczano popiół w 1M kwasie azotowym i przeniesiono ilościowo do kolbek pomiarowych. Z próbkami badanymi przygotowano jednocześnie próby odczynnikowe. Zawartość kadmu i ołowiu w próbach marchwi objętej badaniami oznaczono metodą bezpłomieniowej spektrometrii atomowej,

przy zastosowaniu spektrometru iCE 3000, wyposażonego w stację danych, odpowiednie lampy katodowe oraz korekcję tła Zeemana. Pomiarów dokonano przy następujących długościach fal (nm): Cd – 288,8 i Pb – 217,0.

WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli nr 1 przedstawiono zawartość kadmu i ołowiu w poszczególnych próbach marchwi ekologicznej i przemysłowej zgromadzonych podczas trwania doświadczenia. Zawartość badanych pierwiastków okazała się bardzo zróżnicowana pomiędzy poszczególnymi próbami i kształtowała się w zakresie 0,001–0,006 mg·kg⁻¹ kadmu w marchwi ekologicznej i 0,001–0,002 mg·kg⁻¹ kadmu w marchwi pochodzącej z uprawy konwencjonalnej. Ołów natomiast stanowił od 0,003–0,037 mg·kg⁻¹ w marchwi ekologicznej oraz 0,003–0,064 mg·kg⁻¹ w marchwi konwencjonalnej.

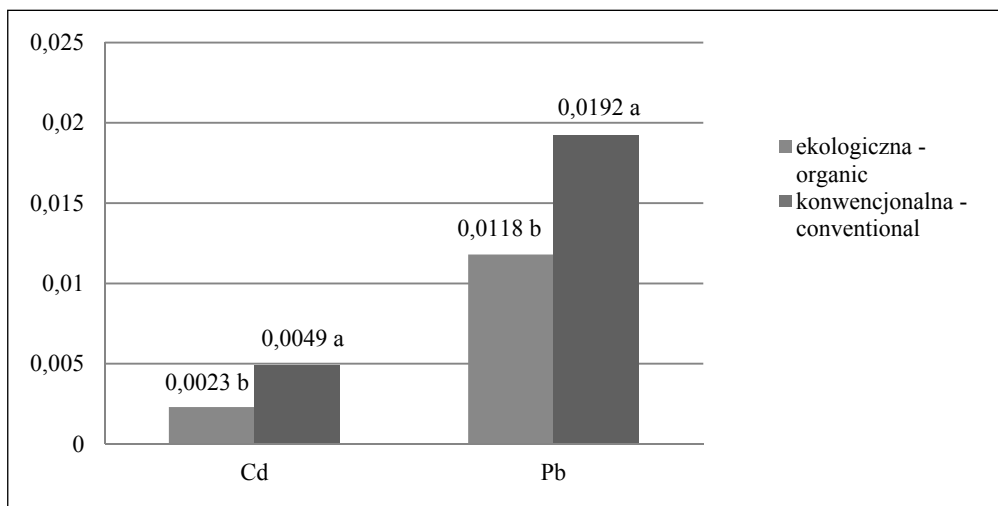
Rysunek 1 przedstawia, jak kształtowały się średnie poziomy kadmu (0,002 i 0,005 mg·kg⁻¹) oraz ołowiu (0,012 i 0,019 mg·kg⁻¹) ze wszystkich próbek marchwi ekologicznej i konwencjonalnej poddanych badaniom podczas trwania doświadczenia. Do obliczeń statystycznych wykorzystano program *Statistica* 10. Różnice w ilości tych pierwiastków w obu rodzajach marchwi okazały się statystycznie istotne ($p \leq 0,05$). Uzyskane wyniki zawartości wybranych pierwiastków toksycznych w marchwi ekologicznej i przemysłowej okazały się niższe od obowiązujących norm, określających najwyższe dopuszczalne poziomy kadmu (0,1 mg·kg⁻¹) oraz ołowiu (0,1 mg·kg⁻¹) dla warzyw korzeniowych określonych w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r wraz z aktami zmieniającymi.

Większe zawartości kadmu w analizowanych surowcach (0,040 oraz 0,020 mg·kg⁻¹) w przeprowadzonych badaniach wykazała Leszczyńska [1999] a także Śmiechowska i Florek [2010] (0,010 oraz 0,041 mg·kg⁻¹). Zawartość kadmu w marchwi uzyskana przez Kawecką i in. [2013] (0,50 i 0,98 mg·kg⁻¹) przekraczała dopuszczalne poziomy kadmu. Nedelescu i in. [2015] badali marchew pochodzącą z dwóch obszarów przemysłowych Rumunii i również wykazali wyższą od obowiązujących norm zawartość kadmu (0,27 i 0,37 mg·kg⁻¹), natomiast Kugonič i Grčman [1999] oznaczyli jeszcze większe zawartości kadmu w marchwi uprawianej na terenie Słowenii w granicach 0,30–0,80 mg·kg⁻¹. [Rozporządzenie Komisji (WE) Nr 1881/2006]. Badania Kota i Bulińskiego [1988] wykazały, że poziom tego pierwiastka jest zależny od lokalizacji upraw i kształtuje się następująco: marchew z terenów rolniczych – 0,027 mg·kg⁻¹ i z terenów przemysłowych – 0,050 mg·kg⁻¹. W korzeniach marchwi pochodzącej z uprawy i doświadczenia wazonowego zawartość tego pierwiastka oznaczył Smoleń [2009] i wyniosła ona odpowiednio: 0,027 oraz 0,050 mg·kg⁻¹. Inni autorzy: Bednarek i in. [2006], Bartodziejska i in. [2010], Szwałec i Mundała [2012] oraz Właśniewski i Hajduk [2012] podają zróżnicowane zawartości kadmu w marchwi, odpowiednio: 0,057; 0,06; 0,048; 0,13; 0,054; 0,29 mg·kg⁻¹. Analogiczne badania dotyczące zawartości ołowiu w marchwi prowadzone przez Leszczyńską [1999] (0,18 i 0,14 mg·kg⁻¹), Śmiechowską i Florek [2011] (0,08 i 0,07 mg·kg⁻¹) oraz Kawecką i in. [2013] (0,03 i 0,37 mg·kg⁻¹) potwierdzają zależność pomiędzy koncentracją ołowiu a systemem uprawy (konwencjonalny, ekologiczny). Ołów w marchwi z terenów rolniczych i przemysłowych oznaczali również Kot i Buliński [1988], otrzymując zdecydowanie wyższe poziomy ołowiu (0,11 i 0,41 mg·kg⁻¹). Zawartości ołowiu na podobnym poziomie, jak w badaniach własnych otrzymali między innymi: Bednarek i in. [2006] (0,049 mg·kg⁻¹), Orzeł i in. [2010] (0,046 mg·kg⁻¹), Bartodziejska i in. [2010] (0,040 mg·kg⁻¹) oraz Szwałec i Mundała [2012] (0,040 mg·kg⁻¹). Niższą zawartość ołowiu (0,020 mg·kg⁻¹) w marchwi z rynku duńskiego oznaczyli Larsen i in. [2002].

Tabela 1. Zawartości kadmu i ołowiu w próbach marchwi świeżej pochodzących z upraw ekologicznych (n = 36) i konwencjonalnych (n = 36)

Table 1. Cadmium and lead content in fresh carrot samples from organic (n = 36) and conventional (n = 36)

Nr próby Sample No.	Cd (mg·kg ⁻¹)		Pb (mg·kg ⁻¹)	
	Ekologiczna Organic	Konwencjonalna Conventional	Ekologiczna Organic	Konwencjonalna Conventional
1	0,001	0,010	0,008	0,039
2	0,001	0,011	0,008	0,031
3	0,001	0,013	0,009	0,062
4	0,001	0,003	0,011	0,030
5	0,001	0,022	0,010	0,035
6	0,001	0,015	0,017	0,037
7	0,002	0,006	0,018	0,040
8	0,001	0,008	0,011	0,064
9	0,001	0,004	0,014	0,031
10	0,001	0,011	0,012	0,040
11	0,001	0,006	0,037	0,064
12	0,003	0,009	0,031	0,043
13	0,003	0,002	0,012	0,010
14	0,001	0,003	0,009	0,009
15	0,002	0,003	0,010	0,011
16	0,002	0,002	0,011	0,012
17	0,003	0,004	0,010	0,008
18	0,003	0,006	0,011	0,007
19	0,005	0,002	0,006	0,012
20	0,001	0,003	0,005	0,005
21	0,003	0,002	0,007	0,004
22	0,003	0,002	0,006	0,010
23	0,002	0,003	0,003	0,008
24	0,002	0,002	0,004	0,007
25	0,004	0,001	0,005	0,004
26	0,003	0,001	0,003	0,006
27	0,003	0,003	0,004	0,010
28	0,003	0,002	0,003	0,011
29	0,003	0,002	0,006	0,004
30	0,003	0,002	0,004	0,003
31	0,004	0,004	0,025	0,010
32	0,003	0,002	0,017	0,005
33	0,006	0,005	0,022	0,005
34	0,003	0,003	0,017	0,003
35	0,001	0,003	0,019	0,008
36	0,004	0,002	0,021	0,006
Min	0,001	0,001	0,003	0,003
Max	0,006	0,022	0,037	0,064
Średnio/Mean	0,002	0,005	0,012	0,019
Mediana/Median	0,002	0,003	0,010	0,010



Wartości oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p=0,05$
 The values denotiteted by different letters are statistically different at $p=0.05$

Rys. 1. Średnie zawartości kadmu i ołowiu w próbkach świeżej marchwi ($n = 36$) wyrażona w $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$
 Fig. 1. Average cadmium and lead content in fresh carrot samples ($n = 36$) expressed in $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

PODSUMOWANIE

Po przebadaniu 36 prób (opakowań) marchwi pochodzącej z upraw ekologicznych oraz 36 prób (opakowań) marchwi pochodzącej z upraw konwencjonalnych zgromadzonych w ciągu całego okresu trwania doświadczenia, stwierdzono, że, zawartość kadmu oraz ołowiu okazała się zróżnicowana. Średnia koncentracja obu analizowanych pierwiastków była istotnie większa ($p \leq 0,05$) w marchwi konwencjonalnej w porównaniu do marchwi ekologicznej. Jednocześnie nie stwierdzono przekroczenia poziomów oznaczanych metali ciężkich w żadnej próbie w porównaniu z dopuszczalnymi wielkościami podawanymi w obowiązujących obecnie normach. Należałoby kontynuować podobne badania, aby monitorować zawartość pierwiastków toksycznych w oferowanych surowcach, tym bardziej, że surowce ekologiczne (w tym marchew) są kilkakrotnie droższe od pozostałych, co wydaje się istotnym czynnikiem z punktu widzenia konsumenta.

PIŚMIENNICTWO

- Bartodziejska B., Gajewska M., Czajkowska A. 2010. Oznaczanie poziomu zanieczyszczeń metalami ciężkimi żywności pochodzącej z samodzielnej produkcji rolnej techniką spektrometrii absorpcji atomowej. *Ochr. Środ. Zasob. Nat.* 43: 38–44.
- Bednarek W., Tkaczyk P., Dresler S. 2006. Zawartość metali ciężkich, jako kryterium oceny jakości marchwi. *Acta Agrophys.* 8(4): 779–790.

- Bielińska E. 2009. Wpływ ryzosfery na zawartość kadmu i ołowiu w glebach i roślinach warzywnych z terenów o zróżnicowanej antropopresji. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 54(3): 16–20.
- Brzeziński M., Sosulski T. 2009. Wpływ wieloletniego nawożenia na zawartość ruchomych form manganu i żelaza w glebie lekkiej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 541: 73–79.
- Czerwińska E., Zgórska K. 2011. Zmiany jakości minimalnie przetworzonej marchwi pakowanej próżniowo w czasie przechowywania. *Rocz. Ochr. Środ.* 13(51): 845–858.
- Gertig H. 1996. *Żywność a zdrowie*. PZWL Warszawa, ss. 412.
- Gertig H., Przysławski J. 2007. *Bromatologia. Zarys nauki o żywności i żywieniu*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, ss. 464.
- 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.
- Kondej D. 2007. Metale ciężkie – korzyści zagrożenia dla zdrowia i środowiska. *Bezp. Pracy* 2: 25–27.
- Kot A., Buliński E. 1988. Zawartość pierwiastków śladowych w warzywach i owocach oraz ich przetworach. *Przem. Ferm. Owoc. Warz.* 12: 26–29.
- Kugonič N., Grčman H. 1999. The accumulation of cadmium, lead and zinc by different vegetables from Zasavje (Slovenia). *Phyton* 39(3): 161–165.
- Larsen E.H., Andersen N.L., Møller A., Petersen A., Mortensen G.K., Petersen J. 2002. Monitoring the content intake of trace elements from food in Denmark. *Food Addit. Contam.* 19(1): 33–46.
- Leszczyńska T. 1999. Porównanie zawartości wybranych metali ciężkich w warzywach pochodzących ze sklepów z żywnością ekologiczną oraz placów targowych Krakowa. *Bromat. Chem. Toksykol.* 32(2): 191–196.
- Molendowski F., Wiercioch M., Kałwa T. 2012. Minimalizacja nakładów pracy w technologii produkcji marchwi. *Inż. Rol.* 137(2): 211–219.
- Nedelescu M., Bălălaşu D., Baconi D., Jula M., Morar D., Gligor A., Bălălaşu C. 2015. Preliminary assessment of heavy metals content of vegetables grown in industrial areas in Romania. *Farmacia* 63(2): 296–300.
- Orzeł D., Bronkowska M., Figurska-Ciura D., Styczyńska M., Wyka J., Żechałko-Czajkowska A., Biernat J. 2010. Ocena zanieczyszczenia ołowiem produktów roślinnych z rejonu legnicko-Głogowskiego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 43(1): 79–85.
- Rembiakowska E., Kacprzak H., Skołowska J. 2001. Jakość zdrowotna warzyw ekologicznych i konwencjonalnych z dawnego oj. Kieleckiego. *Bromat. Chem. Toksykol.* 34(1): 49–57.
- Rozporządzenie Komisji (WE) NR 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych. (Dz.U. L 364/5 z 20.12.2006 r. z późniejszymi zmianami).
- Sady W., Smoleń S. 2004. Wpływ czynników glebowo-nawozowych na akumulację metali ciężkich w roślinach. X Ogólnopolskie Sympozjum Naukowe „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodniczych. Kraków, 17–18 czerwca 2004. Wyd. AR w Poznaniu: 269–277.
- Smoleń S. 2009. Wpływ nawożenia jodem i azotem na skład mineralny marchwi. *Ochr. Środ. Zasob. Nat.* 40: 270–277.
- Szwalec A., Mundała P. 2012. Zawartość Cd, Pb, Zn i Cu w warzywach korzeniowych uprawianych w wybranych ogrodach Krakowa. *Ochr. Środ. Zasob. Nat.* 53: 31–40.
- Śmiechowska M. 2007. Wybrane problemy autentyczności i identyfikalności żywności ekologicznej. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 52(4): 80–88.
- Śmiechowska M., Florek A. 2011. Zawartość metali ciężkich w wybranych warzywach z uprawy konwencjonalnej, ekologicznej i działkowej. *J. Res. Appl. 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. *Bromat. Chem. Toksykol.* 48(2): 205–209.
- Właśniewski S., Hajduk E. 2012. Akumulacja kadmu w glebach i wybranych warzywach uprawianych w ogrodach działkowych Rzeszowa. *Rocz. Gleboz.* 48(1): 55–60.

E. TOŃSKA, M. TOŃSKI, J. KLEPACKA, J. ŁUCZYŃSKA, B. PASZCZYK

THE CONTENT OF CADMIUM AND LEAD IN CARROTS ORIGINATING FROM ORGANIC AND CONVENTIONAL CULTIVATION**Summary**

Organic food is significantly more expensive than that produced by industrial (conventional) methods. This raises consumer's interest in the reason of such high price and the quality of the organic food, which manifests itself inter alia by the level of heavy metals. The purpose of this work was to determine and compare the levels of cadmium and lead in carrots from organic and industrial (conventional) cultivation sites and to confront them with the current EU standards on the content of these heavy metals in carrots. Cadmium and lead content in experimental carrot samples was determined by the application of the Flame Atomic Absorption Spectrometry using an iCE 3000 spectrometer – THERMO equipped with suitable cathode tubes and background correction (Zeeman). The level of both cadmium and lead in organic carrots has been lower ($p \leq 0.05$) than in carrots from industrial crops. The obtained results of cadmium and lead content in both types of carrot were lower than the levels according to the EU regulations.

Key words: carrot, cadmium, lead, atomic absorption spectrometry

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 25.08.2017

Do cytowania – *For citation*

Tońska E., Toński M., Klepacka J., Łuczyńska J., Paszczyk B. 2017. Zawartość kadmu i ołowiu w marchwi pochodzącej z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. *Fragm. Agron.* 34(4): 190–196.