

Zawartość kadmu w roślinach przyprawowych dostępnych na rynku i uprawianych indywidualnie

The concentration of cadmium in spice plants available on the market and in individual growing areas

Agnieszka Fischer^{1 (a, d, e)}, Barbara Brodziak-Dopierała^{1 (a, e)}, Magdalena Steuer^{1 (b, c)}, Krzysztof Rajczykowski^{2 (c)}, Jolanta Kowol^{1 (e)}

¹ Śląski Uniwersytet Medyczny, Wydział Farmaceutyczny z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej w Sosnowcu
Dziekan: prof. dr hab. n. med. K. Olczyk

² Politechnika Śląska, Instytut Inżynierii Wody i Ścieków. Kierownik: prof. dr hab. inż. J. Bohdziewicz

(a) koncepcja, opracowanie tekstu

(b) zebranie materiału do badań

(c) wykonanie analiz chemicznych

(d) statystyka

(e) interpretacja wyników analitycznych

STRESZCZENIE

Wstęp. Informacje na temat znaczenia roślin przyprawowych jako jednego ze źródeł metali ciężkich, w tym kadmu dla organizmu człowieka są często pomijane, mimo iż produkty te są powszechnie stosowane dla wzbogacenia walorów smakowych potraw. Celem badań była ocena zawartości Cd w 4 gatunkach roślin przyprawowych: bazylii zwyczajnej (*Ocimum basilicum*), rozmarynu lekarskiego (*Rosmarinus officianalis*), bylicy estragon (*Artemisia dracuncululus*) oraz lubczyka ogrodowego (*Levisticum officinale*).

Materiał i metody. Próbkę roślin pochodziły z upraw indywidualnych (woj. śląskie: Katowice, Zabrze) i w postaci konfekcjonowanej zakupione w sklepach spożywczych (producent 1, producent 2). Stężenie Cd oznaczano bezpromiennową metodą AAS.

Wyniki. Zawartość Cd w badanych próbkach roślin była zmienna i wynosiła 0,02–1,94 mg/kg. Największe przeciętne ilości Cd zawierał susz rozmarynu (1,16 mg/kg), najmniejsze bazylii (0,20 mg/kg).

Wnioski. Statystycznie istotne różnice zawartości Cd zależne od źródła pochodzenia surowca (opakowania handlowe lub uprawa indywidualna) stwierdzono w bazylii i lubczyku. Zakres zmian zawartości Cd w estragonie był najmniejszy i nie podlegał różnicowaniu w zależności od źródła pochodzenia próbek.

Słowa kluczowe: kadm, rośliny przyprawowe, AAS

ABSTRACT

Introduction. Information on the importance of spice plants as a potential source of heavy metals, including cadmium, for the human body is often ignored. Still, these products are widely used to enrich food flavour. The aim of the research was to assess the content of Cd in 4 species of spice plants: basil (*Ocimum basilicum*), rosemary (*Rosmarinus officianalis*), estragon (*Artemisia dracuncululus*), and lovage (*Levisticum officinale*).

Materials and methods. Samples of plants were taken from commercially available pre-packaged bags purchased in grocery stores (producer 1 and producer 2) and from individual growing areas (Upper Silesia region: Katowice and Zabrze). The concentration of Cd was determined using the flameless AAS method.

Results. The content of Cd in the tested samples of plants was variable and ranged from 0.02 to 1.94 mg/kg. The highest average amount of Cd was found in dried rosemary (1.16 mg/kg), and the lowest in basil (0.20 mg/kg).

Conclusions. Statistically significant differences in the concentration of Cd that depended on the source of raw material (sales packaging or individual growing areas) were found in basil and lovage. The range of changes in the content of Cd in estragon was the smallest and not relatable to the source of the samples.

Key words: cadmium, spice plants, AAS

WSTĘP

Kadm jest pierwiastkiem powszechnie występującym w środowisku. Źródłem jego pochodzenia jest głównie działalność antropogeniczna. Przemysłowe zastosowanie kadmu powoduje, iż pierwiastek ten dociera do wszystkich elementów środowiska naturalnego. Kadm cechuje się znacznym stopniem mobilności w środowisku. Zdolność przemieszczania się w łańcuchu troficznym, w powiązaniu z długim okresem półtrwania i potencjałem kumulacji powoduje, że kadm jest pierwiastkiem, który może wykazywać właściwości toksyczne nawet w nieznacznej ilości.

Potwierdzono niekorzystny wpływ kadmu na wszystkie organizmy żywe [1–3]. Odzwierciedleniem toksycznego wpływu kadmu na rośliny są zarówno ich zmiany morfologiczne jak i czynnościowe [4, 5]. Wykazano, że dla funkcjonowania roślin kadm jest pierwiastkiem całkowicie zbędnym, a jego nieograniczone wchłanianie powoduje, że rośliny stanowią źródło narażenia na kadm dla organizmów zwierzęcych. Oprócz bezpośredniego działania toksycznego, kadm w roślinach wpływa także modyfikująco na zawartość pierwiastków niezbędnych dla prawidłowego ich funkcjonowania i rozwoju [6, 7].

Stężenie kadmu w roślinach jest bezpośrednio związane z zawartością tego pierwiastka w glebie. Zależy także od innych czynników, takich jak właściwości gleby, czynniki klimatyczne, gatunek rośliny, jej wiek i aktywność systemu korzeniowego [8–11]. System korzeniowy jest głównym miejscem wnikania i kumulacji kadmu w roślinie. Zazwyczaj mniejsze ilości kadmu znajdują się w jej części nadziemnej, np. w liściach osiągając stężenie 0,05–0,2 mg/kg [2, 12]. Powszechnie dostępne są informacje dotyczące zagrożeń zdrowotnych, jakie stwarza dla człowieka narażenie na metale ciężkie [13]. Zwraca się uwagę na szkodliwość spożywania roślin rosnących na terenach o znacznym stopniu uprzemysłowienia i zurbanizowania [14]. Na terenach zanieczyszczonych kadmem nie powinny być uprawiane niektóre warzywa, m.in. rzodkiewka, sałata [2, 15]. Informacje na temat znaczenia roślin przyprawowych jako potencjalnego źródła matali ciężkich dla organizmu człowieka są często pomijane, mimo iż produkty te są powszechnie stosowane dla wzbogacenia walorów smakowych i poprawy wartości odżywczych potraw. Najpopularniejszym źródłem surowców roślinnych używanych jako przyprawy są głównie produkty nabywane w handlu. W ich skład wchodzi głównie susz roślinny. Do poprawy smaku potraw wykorzystywane są także mie-

szanki roślinne sporządzane na bazie dzikorosnących roślin naturalnych. Obecnie obserwowany jest wzrost popularności samodzielnej uprawy roślin przyprawowych.

Celem prowadzonych badań była ocena zawartości kadmu w roślinach przyprawowych. Badaniu poddano surowce roślinne powszechnie dostępne w sprzedaży detalicznej oraz te, które pochodziły z indywidualnych upraw. Uzyskane wyniki badań miały wskazać czy przyprawy przygotowane przez producentów obecnych na rynku oraz te, które są przygotowywane indywidualnie na własny użytek wykazują różnicowanie pod względem zawartości kadmu.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań były surowce zielarskie następujących gatunków roślin: bazylija zwyczajna (*Ocimum basilicum*), rozmaryn lekarski (*Rosmarinus officianlis*), bylica estragon (*Artemisia dracuncululus*) oraz lubczyk ogrodowy (*Levisticum officinale*). Surowce roślinne pochodziły z indywidualnych upraw oraz zakupione były w handlu w postaci gotowych przypraw. Konfekcjonowane przyprawy zakupiono w sklepach spożywczych na terenie woj. śląskiego. Przyprawy pochodziły od 2 popularnych producentów, których zakłady zlokalizowane są na terenie Polski (region centralny i południowy). Surowce roślinne wchodzące w skład przypraw, zgodnie z informacją producenta, pochodziły od lokalnych dostawców. Próbkę do badań stanowiły także rośliny wysiewane z nasion w warunkach domowych w okresie kwiecień–maj. Sadzonki roślinne następnie przesadzane były do gruntu. Rośliny uprawiane były na prywatnym terenie w dwóch miejscowościach woj. śląskiego (Katowice i Zabrze).

Części nadziemne wyhodowanych roślin zebrano do badań w miesiącach od lipca do września. Surowce roślinne wysuszono powietrznie w przewiewnym i suchym miejscu.

Zawartość Cd oznaczono w 4 gatunkach roślin przyprawowych. Badaniu poddano 48 próbek suszu roślinnego. 24 próbki sporządzono z opakowań zakupionych w handlu, wyprodukowanych przez 2 różnych producentów (producent 1 i producent 2, po $n=12$ próbek roślin). W warunkach doświadczalnych uprawiano do badań po 12 sadzonek tych samych gatunków roślin ($n=24$). Z rozdrobnionych próbek, uśrednioną naważkę (około 0,4 g) poddawano procedurze analitycznej. Mineralizację materiału roślinnego prowadzono techniką mikrofalową

na mokro (MAGNUM II, ERTEC – Poland). Oznaczenie zawartości kadmu oznaczano metodą bezpłomieniową AAS (SpectrAA 880Z). Podczas oznaczeń stosowano ogólnie przyjęte warunki pomiaru. Poprawność zastosowanej metodyki weryfikowano za pomocą materiału referencyjnego (Mieszanina Ziół Polskich, INCT-MPH-2). Wartość oznaczona uzyskana jako średnia z 6 powtórzeń wynosiła $0,21 \pm 0,004$ $\mu\text{gCd/g}$, wartość certyfikowana $0,199 \pm 0,015$ $\mu\text{gCd/g}$. Analiza statystyczna wyników przeprowadzona była z użyciem programu STATISTICA 10, StatSoft. Ze względu na liczbę zbadanych prób, analizę uzyskanych wyników oparto na wartościach mediany. Do oceny istotności różnic pomiędzy grupami zastosowano testy nieparametryczne (U Mann-Whitney test, ANOVA rang Kruskal-

Wallis test), poziom istotności $p < 0,05$ przyjęto za statystycznie znamienne.

WYNIKI

Oznaczona zawartość Cd we wszystkich roślinach przyprawowych kształtowała się w zakresie od 0,02 do 1,94 mg/kg, wynosząc średnio 0,75 mg/kg (Tab. I). Zawartość Cd w badanych roślinach przyprawowych wykazywała statystycznie istotne zróżnicowanie gatunkowe ($p < 0,01$, ANOVA rang Kruskal-Wallis test). Najmniejszą przeciętną zawartość Cd stwierdzono w bazylii, następnie w lubczyku i estragonie. Największe ilości Cd zawierał susz roślinny rozmarynu (Tab. I).

Tabela I. Zawartość kadmu w roślinach przyprawowych [mg/kg sm.]

Table I. Concentration of cadmium in spice plants [mg/kg, dry weight]

	n	średnia \pm SD	Mediana	Zakres zmian	Percentyl 25	Percentyl 75	Wsp. zmn [%]
Rośliny przyprawowe	48	0,75 \pm 0,52	0,75	0,02 - 1,94	0,38	0,97	69
Bazyliia	12	0,27 \pm 0,28	0,20	0,02 - 0,69	0,02	0,52	103
Estragon	12	0,95 \pm 0,05	0,95	0,87 - 1,08	0,91	0,97	6
Lubczyk	12	0,65 \pm 0,38	0,70	0,12 - 1,18	0,32	0,95	58
Rozmaryn	12	1,14 \pm 0,69	1,16	0,35 - 1,94	0,48	1,78	61

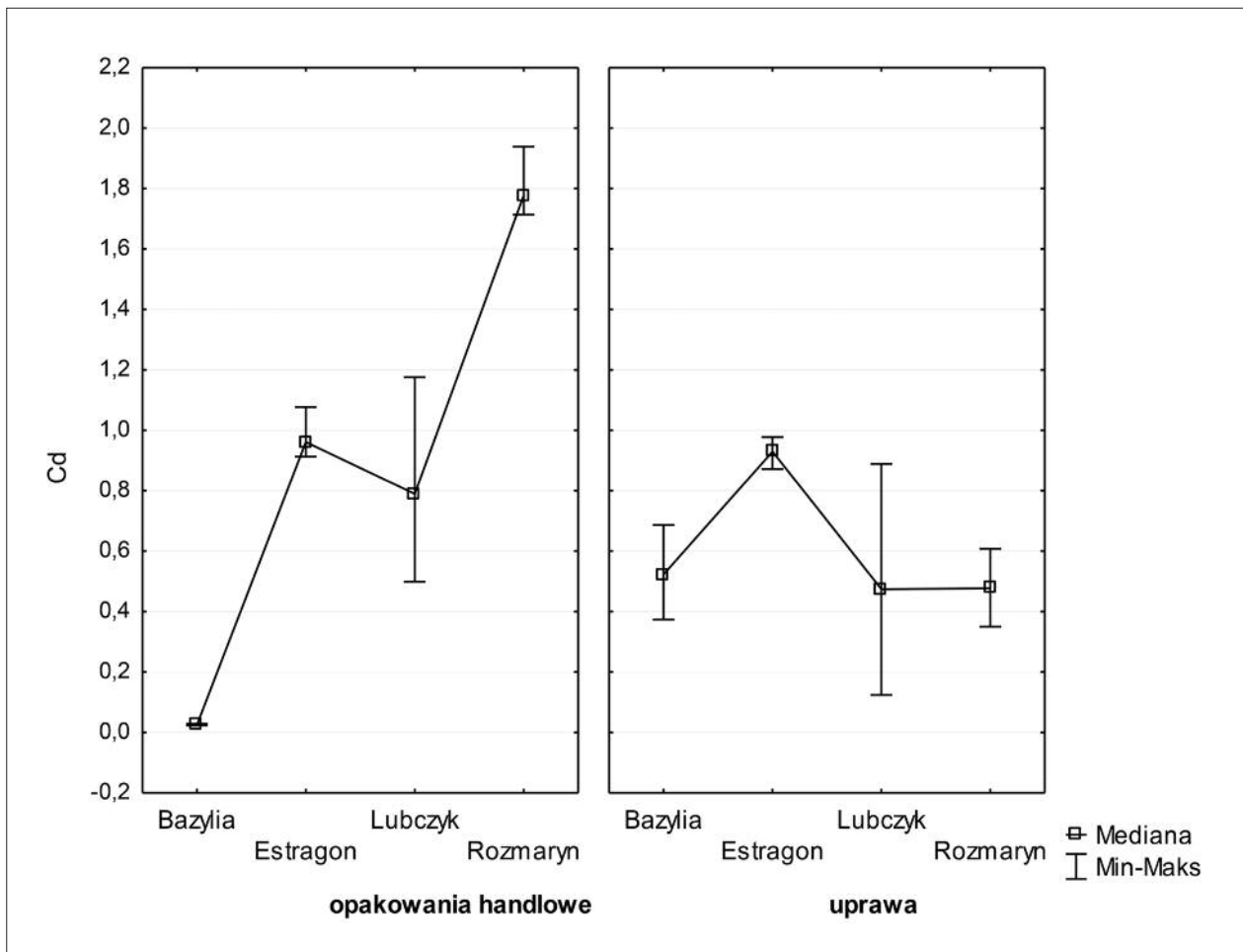
Wykazano, że próbki badanych przypraw roślinnych różnią się zawartością Cd w zależności od źródła pochodzenia materiału do badań (opakowanie handlowe, indywidualna uprawa). Statystycznie istotne różnice w zawartości Cd stwierdzono w próbkach bazylii i rozmarynu ($p < 0,01$, U Manna-Whitney test). Przeciętny poziom zawartości Cd był porównywalny w próbkach rozmarynu pobranych z opakowań handlowych i uprawianych indywidualnie. W opakowaniach handlowych lubczyku i rozmarynu stwierdzono większą zawartość Cd aniżeli w roślinach uprawianych indywidualnie. Odmienne w przypadku sadzonek bazylii (Ryc. 1). Zaobserwowano ponadto, że największym poziomem zawartości Cd charakteryzowały się próbki bazylii przygotowane z sadzonek uprawianych w Katowicach (mediana = 0,66 mgCd/kg), które prawie dwukrotnie przewyższały zawartość Cd w bazylii, uprawianej na terenie Zabrze (0,37 mgCd/kg). W przyprawach handlowych suszu bazylii, pochodzących od różnych producentów (producent 1, producent 2), stężenie Cd było porównywalne, wynoszące około 0,03 mgCd/kg (Ryc. 2).

Z kolei w próbkach sporządzonych z sadzonek lubczyku uprawianych na terenie Zabrze stwierdzo-

no większy poziom zawartości Cd niż w roślinach uprawianych w Katowicach. Wynosił on 0,82 mgCd/kg i był porównywalny z poziomem Cd oznaczonym w suszu roślinnym pochodzącym z opakowań handlowych (Ryc. 2).

DYSKUSJA

Kadm jest pierwiastkiem zanieczyszczającym wszystkie elementy środowiska. Jego udział podlega migracji i wywiera niekorzystne działanie na organizmy żywe. Narażenie ludzi na kadm odbywa się wszystkimi drogami, w tym także drogą pokarmową. Dlatego istotna jest odpowiednia jakość wolnych od zanieczyszczeń składników odżywczych. Dane literaturowe wskazują, że stężenie kadmu w roślinach może cechować bardzo duża rozpiętość [6, 16]. W badanej przez nas suchej masie próbek roślin zawartość Cd zmieniała się w szerokim zakresie od 0,02 do 1,94 mg/kg, przeciętnie wynosząc 0,75 mg/kg. Stężenie kadmu w badanych roślinach przyprawowych było wyższe od normy wyznaczającej maksymalny poziom zawartości tego pierwiastka w roślinach leczniczych [17–19].

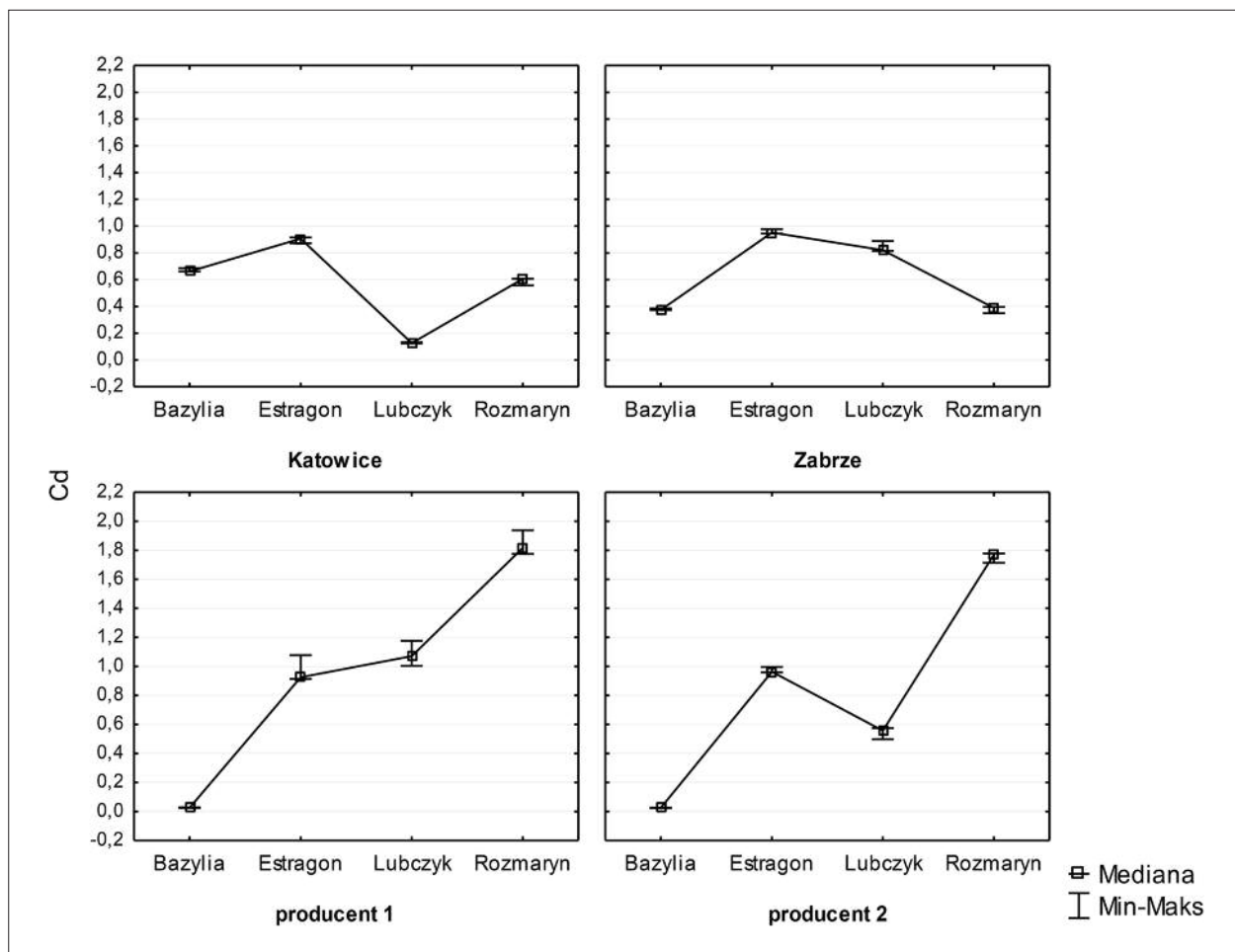


Ryc. 1. Zawartość kadmu w roślinach przyprawowych pochodzących z opakowań handlowych i uprawianych indywidualnie [mg/kg]
 Fig. 1. Concentration of cadmium in spice plants available on the market and in individual growing areas [mg/kg]

Okazuje się, że produkty roślinne są źródłem przeważającej ilości kadmu w codziennej diecie [20-21]. Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności EFSA ustalił tolerowane tygodniowe pobranie kadmu w produktach spożywczych na poziomie 2,5 g/kg masy ciała [22]. Rośliny przyprawowe, które były przedmiotem prowadzonych badań, ze względu na swoje zastosowanie nie są istotnym źródłem kadmu w codziennej diecie. Używane są bowiem w niewielkiej ilości do poprawy walorów smakowych i jakości przyrządzanych produktów żywnościowych.

Przeciętna zawartość Cd była zmienna w poszczególnych gatunkach badanych roślin. Najmniejsze stężenie Cd występowało w bazylii, kolejno lubczyku, estragonie i rozmarynie. Według danych literaturowych poszczególne gatunki roślin wykazują zróżnicowanie pod względem kumulacji metali ciężkich. Największe ilości stwierdza się w warzywach korzeniowych, roślinach motylkowych i zbożach, szcze-

gólnie tych, które uprawiane są w rejonach uprzemysłowionych [14, 23]. Zróżnicowana jest także zawartość Cd w poszczególnych częściach rośliny. Niektóre rośliny kumulują kadm głównie w liściach [16]. Estragon jest gatunkiem posiadającym szczególną zdolność kumulacji metali ciężkich. W różnych gatunkach z rodzaju *Artemisia* sp., zawartość Cd wahała się od 0,50 do 5,25 mg/kg [24]. Zakres zawartości Cd w badanych przez nas próbkach estragonu wynosił od 0,87 do 1,08 mg/kg mieszcząc się w podanym literaturowym przedziale. Stwierdzono, że zróżnicowanie zawartości Cd w badanych próbkach estragonu było najmniejsze spośród wszystkich badanych prób roślin (współczynnik zmienności 5% – Tab. I). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zawartości Cd w próbkach estragonu pochodzących z opakowań handlowych i uprawianych indywidualnie (Ryc. 1). Nie wykazano także, aby miejsce i warunki uprawy miały wpływ na stężenie Cd w próbkach estragonu (Ryc. 2).



Ryc. 2. Stężenie kadmu w roślinach przyprawowych pochodzących z opakowań handlowych różnych producentów i uprawianych w Katowicach i Zabrze [mg/kg]

Fig. 2. Concentration of cadmium in spice plants from sales packaging (producer 1 and producer 2) and from individual growing areas (Katowice and Zabrze) [mg/kg]

Stężenie Cd w środowisku wywiera wpływ na jego zawartość w roślinach. Tlenki kadmu obecne w powietrzu atmosferycznym rozpuszczają się w wodzie i wykazują wysoką biodostępność [21]. Kadm pobierany jest także bezpośrednio z gleby. Tak więc miejsce uprawy roślin warunkuje zawartość metali ciężkich, w tym kadmu w roślinach [25–27]. W prowadzonych przez nas badaniach roślinną przyprawą, wykazującą najbardziej zróżnicowaną zawartość Cd w zależności od miejsca uprawy był lubczyk (Ryc. 2). Określona jest dopuszczalna zawartość Cd w glebach na terenie Polski wynosząca 4 mg/kg sm. Przeciętne stężenie wynosi 0,3 mgCd/kg, jednakże badania wskazują, że zakres zawartości tego metalu w glebie wykazuje duże zróżnicowanie w zależności od czynników naturalnych i antropogenicznych. Czynnikiem mającym wpływ na zawartość mobilnych form metali

ciężkich jest odczyn gleby. Obniżenie odczynu gleby skutkuje zwiększeniem ich biodostępności [28, 29]. Największy zakres zawartości Cd spośród badanych gatunków roślin stwierdzono w próbkach rozmarynu. Statystycznie istotne większe zawartości Cd stwierdzono w próbkach roślin pochodzących z opakowań handlowych. Stężenie Cd w próbkach rozmarynu pochodzących z uprawy indywidualnej było około 3-krotnie mniejsze (Ryc. 1). Na mniejszą zawartość Cd w roślinach przyprawowych może wpływać uprawa roślin. W przypadku indywidualnej uprawy roślin do badań, nasiona wysiewane były w warunkach domowych, a ich początkowy etap wzrostu odbywał się w warunkach z ograniczonym dostępem czynników środowiskowych (np. opady deszczu). Dopiero w późniejszym okresie, w postaci sadzonek, rośliny przenoszono ze środowiska zamkniętego do gruntu.

Rośliny uprawiane doświadczalnie wysiewane i przesadzone były do zakupionej w handlu gleby, specjalnie do tego celu przeznaczonej. Rośliny przyprawowe pochodzące z opakowań handlowych dostarczane były do producentów przez dostawców uprawiających rośliny. Ogólnodostępne informacje nie określają szczegółowych warunków i miejsca uprawy roślin. Oprócz zanieczyszczeń przemysłowych, źródłem zwiększonej zawartości Cd mogą być stosowane w trakcie uprawy roślin nawozy fosforowe [30]. W trakcie indywidualnej uprawy roślin przeznaczonych do badania, nie były stosowane żadne środki chemiczne i naturalne, zmieniające właściwości gleby i przyczyniające się do zwiększenia biodostępności metali ciężkich. Stwierdzono, że zakres zawartości Cd w badanych roślinach uprawianych indywidualnie był bardziej zbliżony niż zakres zawartości Cd w roślinach przyprawowych pochodzących z opakowań handlowych (Ryc. 1). Może być to wynikiem tego, iż rośliny uprawiane indywidualnie na wyznaczonych dwóch stanowiskach zapewnione miały porównywalne warunki wzrostu. Procedura uprawy, a także dane dotyczące stosowanych środków nawozowych i ochronnych roślin przyprawowych do celów handlowych nie są znane. Wyniki badań wskazały, że spośród wszystkich badanych gatunków roślin przyprawowych najmniejsze ilości kadmu stwierdzono w bazylii, szczególnie tej pochodzącej z opakowań handlowych (Ryc. 1). Wyniki badań Gajewskiej i Czajkowskiej-Mysłek [31] dotyczące zawartości Pb i Cd w przyprawach potwierdziły, że w próbkach bazylii zawartość Cd była niższa niż w innych badanych gatunkach roślin przyprawowych. Bazylija w porównaniu z innymi przyprawami, charakteryzuje się wysoką zawartością składników mineralnych (Fe, Zn i Cu) [32], co może ograniczać kumulację Cd przez tę roślinę.

WNIOSKI

1. Zawartość Cd była zmienna w poszczególnych gatunkach badanych roślin przyprawowych.
2. Stwierdzono statystycznie istotną różnicę w zawartości Cd w rozmarynie i bazylii w zależności od źródła pochodzenia próbek badanych (opakowanie handlowe, uprawa indywidualna).
3. Zawartość Cd w estragonie było porównywalne dla wszystkich badanych próbek roślin niezależnie od ich pochodzenia i miejsca uprawy.

Źródło finansowania badań: umowa Śląskiego Uniwersytetu Medycznego KNW-1-018/K/6/0

WYKAZ PIŚMIENNICTWA

- [1] Nordberg G. F, Fowler B. A., Nordberg M., i wsp.: Handbook on the toxicology of metals. Elsevier, USA 2007.
- [2] Czebot H, Majewski M.: Kadm – zagrożenia i skutki zdrowotne. Farm Pol 2010; 66(4): 243-250.
- [3] Langauer-Lewowicka H, Pawlas K.: Kadm – zagrożenia środowiskowe. Environmental Medicine 2010; 13(2): 7-10;
- [4] Tyksiński W, Bosiadzki M., Budzik M.: Wpływ kadmu na jakość owoców pomidora i stan ich odżywienia. Roczn AR Pozn 2006; 379(40): 67-75.
- [5] Wahid A., Khaliq S.: Architectural and biochemical changes in embryonic tissues of maize under cadmium toxicity. Plant Biology 2015; 17(5): 1005-12.
- [6] Kabata-Pendias A., Pendias H.: Biogeochemia pierwiastków śladowych. PWN, Warszawa, 1999.
- [7] Versieren L., Evers E.S., Gawad H.A., i wsp.: Mixture toxicity of copper, cadmium, and zinc to barley seedlings is not explained by antioxidant and oxidative stress biomarkers. Environ Toxicol Chem 2017, 36(1): 220-230.
- [8] Harris N.S., Taylor G.J.: Cadmium uptake and partitioning in durum wheat during grain filling. BCM Palnt Biology 2013; 13(103): 1-16.
- [9] Bester P.K., Lobnik F., Erzen I., i wsp.: Prediction of cadmium concentration in selected home-produced vegetables. Ecotoxicol Environ Saf 2013; 96: 182-190.
- [10] da Silva P.C, de Almeida T.E., Zittel R., i wsp.: Translocation of metal ions from soil to tobacco roots and their concentration in the plant parts. Environ Monit Assess 2016; 188: 663.
- [11] Kowol J, Kwapuliński J, Fischer A., i wsp.: Ekologiczne i fitochemiczne uwarunkowania wpływające na kumulację metali w roślinie. Ekol Tech 2010; 18(2): 94-102.
- [12] Węglarzy K. Metale ciężkie – źródła zanieczyszczeń i wpływ na środowisko. Wiad Zoot 2007; 45(3): 31-38.
- [13] Klaassen C.D. ed. Casarett and Doull's: Toxicology the basic Science of poison. Mc Graw Hill Medical, USA, 2008.
- [14] Rehman Z.U, Khan S., Brusseau M.L., i wsp.: Lead and cadmium contamination and exposure risk assessment via consumption of vegetables grown in agricultural soils of five-selected regions of Pakistan. 2017; Chemosphere 168: 1589-1596.
- [15] Maciołek H, Zielińska A., Domarecki T.: Oddziaływanie geobiologiczno-chemiczne kadmu i ołowiu na środowisko przyrodnicze. J Ecol Health 2013; 17(2): 63-71.
- [16] Kabata-Pendias A., Mukherjee A.B.: Trace elements from soil to human. Springer, USA, 2007.
- [17] Gasser U, Klier B, Kuhn A.V, i wsp.: Current findings on the heavy metal content in herbal drugs. Pharmeur Sci Notes 2009; 1: 37-48.
- [18] WHO Monographs on Selected Medicinal Plants. World Health Organization. vol. 1, 1999.
- [19] Pharmacopeia European. six Edition + Supplements 6.1-6.8. EDQM Council of Europe. 2008-2010.
- [20] Wojciechowska-Mazurek M., Starska K., Brulińska-Ostrowska E., i wsp.: Ocena pobierania metali szkodliwych dla zdrowia z codziennymi racjami pokarmowymi dzieci i młodzieży w wybranych województwach. Bromat Chem Toksykol 2003; 267: 101-103.
- [21] Czebot H, Majewska M.: Kadm – zagrożenia i skutki zdrowotne. Toksykologia 2010, 66: 243-250.
- [22] 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.

- [23] Satargus S., Baker J.R., Urbenjapol S., i wsp.: A global perspective of cadmium pollution an toxicity in non-occupationally exposed population. *Toxic Lett* 2003; 137: 65-83.
- [24] Munteanu M.F., Ionescu D., Peev C., i wsp.: An evaluation of heavy metals concentration in edible vegetables grown around Arad Area. *J Agroalimnt Proc Technol* 2011; 17(1): 36-41.
- [25] Gupta S., Pandotra P., Gupta A.P., i wsp.: Volatile (As and Hg) and non-volatile (Pb and Cd) toxic heavy metals analysis in rhizome of *Zingiber officinale* collected from different locations of North Western Himalays by Atomic Absorption Spectroscopy. *Food Chem Toxicol* 2010; 48: 2966-2971.
- [26] Kowol J., Kwapuliński J., Brodziak-Dopierała B., i wsp.: Influence of transboundary emission on bioavailability of metals of stinging nettle from soil. *Pol J Environ Stud* 2011; 20(1): 115-124.
- [27] Nogajczyk A., Pis A., Wiechuła D.: Concentration of cadmium and copper in selected medical plants from raw herbs cultivation areas in lower Silesia region. *Materiały naukowe z II Międzynarodowej Konferencji „Rośliny zielarski, kosmetyki naturalne i żywność funkcjonalna, Krosno -Wrocław* 2015.
- [28] Maciołek H., Zielińska A., Domarecki T.: Oddziaływanie geobiologiczno-chemiczne kadmu i ołowiu na środowisku przyrodnicze. *J Ecol Health* 2013; 17(2): 63-71.
- [29] Yun H.Y., Liu C., Zhu J., i wsp.: Cadmium availability in rice paddy fields from a mining area: The effects of soil properties highlighting iron fractions and pH value. *Environ Pollut* 2016; 209: 38-45.
- [30] Ostrowska P.: Kadm, występowanie, źródła zanieczyszczeń i metody recyklingu. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*. 2008; 24(3): 255-260.
- [31] Gajewska M., Czajkowska-Mysłek A.: Ocena zawartości kadmu i ołowiu w ziołach i przyprawach dostępnych w sprzedaży detalicznej. *Bromat Chem Toksykol* 2016; 2: 203-209.
- [32] Suliburska K., Kaczmarek J.: Evaluation of iron, zinc and copper contents in selected spices available on the polish market. *Roczn PZH* 2011; 63(3): 271-274.

Adres do korespondencji:
dr n. med. Agnieszka Fischer
Medical University of Silesia
Department of Toxicology
4 Jagiellońska Street, 41-200 Sosnowiec, Poland