

# Zawartość metali ciężkich w wybranych odmianach malin wyprodukowanych na terenie województwa lubelskiego

The accumulation of heavy metals in selected raspberry cultivars produced in the Lublin province area

PIOTR KICZOROWSKI <sup>1/</sup>, BOŻENA KICZOROWSKA <sup>2/</sup>, KATARZYNA KWIATKOWSKA <sup>2/</sup>

<sup>1/</sup> Katedra Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

<sup>2/</sup> Instytut Żywnienia Zwierząt i Bromatologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Wstęp.** Dużą popularnością, mimo sezonowej dostępności, cieszą się owoce miękkie. Charakteryzują się one nie tylko wysokimi wartościami smakowymi ale również są źródłem wielu cennych składników pokarmowych. Niestety mogą również zawierać substancje toksyczne, jak np.: metale ciężkie.

**Cel pracy.** Określenie i porównanie zawartości metali ciężkich: Pb, Cd, Cu i Zn w wybranych odmianach malin: Benefis, Laszka, Glen Ample, Tulameen, Malling Promise, Malling Seedling, Polana i Polka

**Wyniki i wnioski.** Największą kumulację Pb stwierdzono w malinach Laszka, Benefis i Tulameen, a najmniejszą w odmianach: Malling Promise, Polka i Glen Ample. Kadm na najwyższym poziomie został oznaczony w owocach Laszka, Malling Seedling i Benefis, a na najniższym w malinach Tulameen. Największą zawartość Cu i Zn stwierdzono w przypadku malin Benefis, a najmniejszą – w odmianie Malling Promise.

**Słowa kluczowe:** maliny, odmiany, Cd, Pb, Cu, Zn

**Introduction.** Soft fruits are very popular, despite their seasonal availability. They are characterized by high taste values but also as the source of many valuable nutrients. Unfortunately, they also may contain toxic substances such as heavy metals.

**Aim.** To determine and compare the Cd, Pb, Cu and Zn content in the selected raspberry cultivars: Benefis, Laszka, Glen Ample, Tulameen, Malling Promise, Malling Seedling, Polana i Polka cv.

**Results & Conclusions.** The highest accumulation of Pb was investigated in raspberry Laszka, Benefis and Tulameen, and the lowest – in Malling Promise, Polka and Glen Ample cv. The highest Cadmium level was marked in fruits of Laszka, Malling Seedling and Benefis cv., and the lowest in Tulameen. The highest Cu and Zn contents were found in Benefis, and the lowest – in Malling Promise cv.

**Key words:** raspberry, cultivars, Cd, Pb, Cu, Zn

© Probl Hig Epidemiol 2013, 94(2): 351-353

www.phie.pl

Nadesłano: 20.05.2013

Zakwalifikowano do druku: 16.06.2013

**Adres do korespondencji / Address for correspondence**

Dr Piotr Kiczorowski  
ul. Leszczyńskiego 58, 20-968 Lublin  
tel. 81 5247145, pkiczorowski@o2.pl

## Wprowadzenie

Owoce zawsze odgrywały istotną rolę w kształtowaniu jakości życia poprzez zaspokajanie podstawowych potrzeb. Szczególnie owoce sezonowe, które w formie świeżej są dostępne w krótkim okresie czasu, mocno zaznaczają swoją obecność w jadłospisie konsumentów poprzez świadomość żywieniową i regionalne tradycje. Do takich owoców zalicza się maliny, które swoją popularność zawdzięczają nie tylko bardzo wysokim walorom smakowym, ale również odżywczym [1, 2].

Owoce te charakteryzują się delikatną skórką, którą można zniszczyć zbyt intensywnym przepłukiwaniem wodą, więc konsumuje się je w nieoczyszczonej formie. Pozostawianie na owocach zanieczyszczeń wiąże się z niebezpieczeństwem wprowadzenia wraz z nimi do organizmu substancji toksycznych pochodzących ze środowiska naturalnego. Należą do nich m.in.: metale ciężkie, które nie tylko wraz z pyłami osadzają się na powierzchni owoców, ale również mogą się kumulować w ich tkankach [3, 4].

Do obniżenia bezpieczeństwa produktów roślinnych, wykorzystywanych w celach żywieniowych, mogą doprowadzić substancje toksyczne, które pojawiają się w wodzie, glebie i powietrzu w wyniku gospodarczej i przemysłowej działalności człowieka (emisje pyłów z zakładów przemysłowych, transport samochodowy, chemizacja sektora rolniczego). Ich obecność w naturalnym siedlisku roślin niesie ze sobą poważne niebezpieczeństwo ich gromadzenia we własnych organizmach [3, 5]. Wielkość kumulacji tych związków w roślinach w obrębie tego samego gatunku może podlegać dużej zmienności [6-8].

## Cel pracy

Oznaczenie i porównanie ilości: Pb, Cd, Cu i Zn w wybranych odmianach malin: Benefis, Laszka, Glen Ample, Tulameen, Malling Promise, Malling Seedling, Polana i Polka oraz oszacowanie potencjalnych ich ilości wprowadzanych do organizmu konsumenta wraz z tymi owocami.

## Materiał i metody

Badania prowadzono w latach 2009-2011 na malinach odmian: Benefis, Laszka, Glen Ample, Tulameen, Malling Promise, Malling Seedling, Polana i Polka. Materiał do badań pochodził z plantacji produkcyjnych położonych na terenie województwa lubelskiego, z dala od tras szybkiego ruchu oraz zakładów przemysłowych. We wszystkich plantacjach objętych doświadczeniem prowadzono zabiegi agrotechniczne na zbliżonym poziomie, a gleba była podobna. Owoce zbierano w fazie ich pełnej dojrzałości zbiorczej, po 1 kg z każdego powtórzenia, łącznie 4 kg, następnie próby uśredniono. Po zbiorze owoce umieszczono w chłodni, a następnie wykonano analizy chemiczne.

Oznaczenie zawartości metali ciężkich przeprowadzono metodą bezpłomieniową spektrometrii absorpcyjnej atomowej. Pomiary wykonano na aparacie Spectr AA 880 Varian z atomizacją w piecu grafitowym i korekcją tła Zeemana, przy długości fali: Pb – 217 nm, Cd – 228,7 nm, Cu- 324,8 nm i Fe 248,3 nm, natężeniu prądu lamp 10 mA oraz szczelinie 0,5 nm, stosując gaz obojętny – argon (3 l/min) oraz pirolityczne powlekanie kuwety grafitowe [9].

Na podstawie oznaczonych zawartości metali ciężkich w badanym materiale, oszacowano tygodniową (Pb i Cd) oraz dobową (Cu, Zn) wielkość ich wprowadzenia

do organizmu ludzkiego przy założeniu spożycia 200 g porcji malin dziennie (7 dni w tygodniu) przez dorosłego człowieka o wadze 70 kg masy ciała. Częstotliwość spożycia określono dla okresu letniego, kiedy są one dostępne na rynku w świeżej postaci. Do szacowania procentowej ilości dopuszczalnego, tygodniowego pobrania (PTWI) Cd i Pb wykorzystano wskaźniki, określone przez Komitet Ekspertów FAO/WHO ds. Substancji Dodatkowych (JECFA) na poziomie: Pb 0,025; Cd 0,007 mg/kg masy ciała [10], a dla Cu i Zn normy zalecanego ich spożycia w diecie (RDA) [11].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem pakietu statystycznego StatSoft STATISTICA 5.1.M. Określono miary położenia (średnie, odchylenia standardowe (SD), kwartale górny (Q75) i dolny (Q25), medianę) charakteryzujące rozkład zmienności wartości w obrębie każdego z analizowanych wariantów. Ponad to wyznaczono różnice pomiędzy średnimi testem wielokrotnych różnic (analiza wariancji ANOVA).

## Wyniki i omówienie

Badane odmiany malin istotnie różniły się zawartością ołowiu (tab. I). Największą jego zawartość oznaczono w owocach odmian: Laszka, Malling Seedling i Benefis (odpowiednio: 4,58, 3,42, 3,36 mg/100g

Tabela I. Zawartość metali ciężkich w wybranych odmianach malin (100g masy naturalnej) oraz szacowane ilości pobrania metali ciężkich z 200g porcją owoców  
Table I. The content of heavy metals in chosen raspberries cultivars (100g fresh matter) and the estimated amount of heavy metals taken from 200g fruits dose

Odmiana /Cultivar	Pb			Cd			Cu			Zn		
	(µg)	SD	*PTWI (%)	(µg)	SD	*PTWI (%)	(mg)	SD	*RDA (%)	(mg)	SD	*RDA (%)
Benefis	3,36 <sup>b</sup>	0,135	2,69	0,57 <sup>cd</sup>	0,005	1,63	0,098 <sup>a</sup>	0,002	7,5	0,363 <sup>a</sup>	0,001	4,8
Q25-Q75	3,14-3,59	2,41-2,73	0,48-0,59	1,58-1,64	0,092-0,11	6,9-7,8	0,358-0,368	3,9-5,1				
Mediana	3,37	2,51	0,54	1,61	0,095	7,6	0,359	4,6				
Laszka	4,58 <sup>a</sup>	0,268	3,66	0,59 <sup>cd</sup>	0,025	1,68	0,092 <sup>a</sup>	0,001	7,0	0,259 <sup>c</sup>	0,001	3,4
Q25-Q75	4,35-4,64	3,45-3,76	0,49-0,64	1,59-1,73	0,087-0,097	6,4-7,4	0,249-0,263	2,9-3,8				
Mediana	4,45	3,50	0,57	1,70	0,095	7,1	0,257	3,5				
Glen Ample	3,20 <sup>c</sup>	0,04	2,56	0,99 <sup>b</sup>	0,002	2,83	0,075 <sup>b</sup>	0,045	5,8	0,273 <sup>c</sup>	0,08	3,6
Q25-Q75	2,94-3,25	2,29-2,61	0,87-1,05	2,77-2,87	0,064-0,079	5,3-6,3	0,267-0,281	3,1-3,9				
Mediana	3,15	2,49	1,07	2,83	0,076	5,9	0,276	3,7				
Tulameen	3,30 <sup>b</sup>	0,139	2,64	0,52 <sup>d</sup>	0,024	1,48	0,073 <sup>b</sup>	0,001	5,6	0,221 <sup>d</sup>	0,037	3,0
Q25-Q75	3,08-3,38	2,51-2,69	0,46-0,56	1,42-1,53	0,064-0,075	5,1-6,6	0,214-0,229	2,4-3,5				
Mediana	3,24	2,63	0,53	1,50	0,071	5,8	3,1					
Malling Promise	2,75 <sup>c</sup>	0,093	2,20	0,58 <sup>cd</sup>	0,011	1,66	0,063 <sup>c</sup>	0,047	4,8	0,255 <sup>c</sup>	0,016	3,4
Q25-Q75	2,56-2,77	2,06-2,29	0,45-0,61	1,60-1,72	0,057-0,066	4,2-5,4	0,243-2,59	2,7-3,8				
Mediana	2,74	2,18	0,59	1,65	0,061	4,7	0,253	3,6				
Malling Seedling	3,42 <sup>b</sup>	0,172	2,74	1,10 <sup>b</sup>	0,027	3,14	0,106 <sup>a</sup>	0,006	8,1	0,267 <sup>c</sup>	0,040	3,6
Q25-Q75	3,33-3,46	2,65-2,79	1,04-1,013	3,04-3,21	0,094-0,116	7,3-8,6	0,259-0,274	2,8-3,9				
Mediana	3,41	2,76	1,08	3,16	0,101	8,2	0,254	3,5				
Polana	3,01 <sup>b</sup>	0,085	2,41	1,38 <sup>a</sup>	0,045	3,94	0,075 <sup>b</sup>	0,015	5,8	0,327 <sup>b</sup>	0,024	4,4
Q25-Q75	2,94-3,06	2,34-2,46	1,30-1,45	3,85-4,15	0,062-0,079	5,1-6,4	0,319-0,337	3,8-4,7				
Mediana	2,98	2,43	1,35	3,97	0,059	6,0	0,324	4,5				
Polka	2,46 <sup>c</sup>	0,062	1,97	0,65 <sup>c</sup>	0,014	1,86	0,062 <sup>c</sup>	0,034	4,8	0,314 <sup>b</sup>	0,012	4,2
Q25-Q75	2,36-2,49	1,89-2,05	0,57-0,69	1,81-1,93	0,059-0,065	4,1-5,6	0,307-0,319	3,7-4,6				
Mediana	2,44	1,99	0,67	1,84	0,064	4,9	0,317	4,3				

<sup>a, b, c, ...</sup> – różnice statystycznie istotne przy  $p \leq 0,05$  pomiędzy odmianami /significant differences between the content of heavy metals different cultivars ( $p \leq 0,05$ )  
SD – (odchylenie standardowe), Q25 (kwartyl dolny), Q75 (kwartyl górny), mediana – miary średnie (położenia) /SD (standard deviation), Q25 (quartile bottom), Q75 (quartile upper), modal – positional averages (averages measures)

\*PTWI – Tygodniowe pokrycie dopuszczonych wartości pobrania w oparciu o PWT11 (%) / \*PTWI Weekly coverage permitted values based on PWT11 or demand 2 (%)

\*RDA –Dobowe pokrycie w oparciu o normy zalecanego spożycia (%) / \*RDA Daily coverage permitted values based on demand (%)

m.n.). Wiąże się to prawdopodobnie z budową morfologiczną owoców tych odmian. Charakteryzują się one dużymi rozmiarami, a dodatkowo posiadają niewielkie omszenie, które może sprzyjać osadzaniu zanieczyszczeń na powierzchni owoców, o czym donosi wielu autorów [8, 12].

We wszystkich badanych odmianach malin obserwowano niską zawartość kadmu, ale różnice między odmianami przekraczały nawet 50%. Do malin najłatwiej gromadzących kadm należały odmiany: Polana, Malling Seedling oraz Glen Ample. Natomiast najniższe jego ilości oznaczono w owocach: Tulameen, Benefis i Laszka. Kadm jest pobierany przez rośliny wyjątkowo łatwo zarówno przez system korzeniowy i liście. Posiada dużą zdolność penetracji w głąb rośliny, dzięki czemu jego stężenie jest porównywalne we wszystkich tkankach. Czynnikiem stymulującym pobieranie tego pierwiastka przez owoce miękkie z gleby jest jej niskie pH [5]. Łatwe przyswajanie kadmu przez rośliny związane jest z ryzykiem bezpośredniego włączenia nadmiernych jego ilości do diety człowieka [1, 2].

Mimo obserwowanych istotnych różnic w kumulacji ołowiu przez maliny badanych odmian, w żadnym przypadku nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnych norm stężeń [13].

Cynk i miedź są pierwiastkami niezbędnymi w prawidłowo funkcjonującym organizmie, jednak zbyt duże ich stężenia mogą być toksyczne [5]. W prezentowanych badaniach obserwowano dużą ich zmienność. Największe ich ilości notowano w owocach Malling Seedling (Cu), Benefis (Cu, Zn) i Laszka (Cu). Natomiast o prawie 60% mniej tego pierwiast-

ka oznaczono w malinach Malling Promise (Cu, Zn) i Polka (Cu) i Malling Seedling (Zn). Podobną zmienność w kumulacji miedzi obserwowali również w malinach pochodzących z terenu całego kraju Wojciechowska-Mazurek i in. [7]. Szacowane ilości poszczególnych metali ciężkich pobranych wraz z 200 g porcją malin nie stanowią zagrożenia dla zdrowia konsumenta (tab. I). Ilości wprowadzanych Pb i Cd nie przekraczają 4% tygodniowego dopuszczalnego ich pobrania, co związane jest z wielkością spożywanych porcji tych owoców, nawet mimo codziennej częstotliwości ich spożywania. Natomiast wyliczone ilości Cu i Zn pochodzące z malin mogą pokryć nawet do 8% dobowego zapotrzebowanie na Cu (Malling Seedling) i 4,8% na Zn (Benefis). Jednak w ustalaniu diet zaleca się stosowanie dużej różnorodności produktów spożywczych, ponieważ przyswajalność tych pierwiastków z owoców jest niska – do 40% [10,11].

### Podsumowanie i wnioski

1. Najwyższą kumulację ołowiu oznaczono w malinach odmian Laszka, Benefis i Tulameen, a kadmu w owocach odmian: Polana, Malling Seedling i Glen Ample. Natomiast najmniejsze ich ilości gromadziły maliny Malling Promise i Polka. Koncentracja tych metali ciężkich w badanych owocach nie przekroczyła dopuszczalnych norm.
2. Odmianą malin, która charakteryzowała się zdolnością dużego gromadzenia miedzi i cynku okazała się Benefis. Natomiast najmniejszą kumulacją, wszystkich badanych metali, w tym miedzi i cynku była odmiana Malling Promise.

### Piśmiennictwo / References

1. Fulke MJ. The role of fruit in the diet. *J Environ Radioactivity* 2001, 52(2-3): 147-157.
2. Waśkiewicz A. Jakość żywienia i poziom wiedzy zdrowotnej u młodych dorosłych Polaków – badanie WOBASZ Probl Hig Epidemiol 2010, 91(2): 233-237.
3. Kiczorowska B, Malik A. Nutritive value and capacity for lead and cadmium accumulation in apples of Jonica, Szampion and Pinova varieties collected at two harvest seasons. Monografia: Pasternak K (red). Pierwiastki, środowisko i życie człowieka. Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, 2009: 102-111.
4. Ismail B et al. Development of a total quality scoring system based on consumer preference weightings and sensory profiles: application to fruit dates (Tamr). *Food Qual Prefer* 2001, 12(8): 499-506.
5. Bednarek W, Tkaczyk P, Dresler S. Kadm i ołów w owocach miękkich z integrowanej produkcji. *Acta Agroph* 2010, 15: 5-11.
6. Türkdogan MK, et al. Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. *Environ Toxicol Pharmacol* 2003, 13(3): 175-179.
7. Wojciechowska-Mazurek M i wsp. Maksymalne dopuszczalne poziomy metali szkodliwych dla zdrowia w żywności. *Przem Spoż* 2003, 57, 2: 44-47.
8. Orzeł D i wsp. Ocena zanieczyszczenia ołowiem produktów roślinnych z rejonu Legnicko-Głogowskiego. *Bromat Chem Toksykol* 2010, XLIII: 79-85.
9. Ghaedi M, et al. The determination of some heavy metals in food samples by flame atomic absorption spectrometry after their separation-preconcentration on bis salicyl aldehyde, 1,3 propan diimine (BSPDI) loaded on activated carbon. *J Hazardous Materials* 2008, 154(1-3): 128-134.
10. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on request from the European Commission on cadmium in food. *EFSA J* 2009, 980: 1-139.
11. Jarosz M, Bułhak-Jachymczyk B. Normy żywienia człowieka. PZWL, Warszawa 2008: 233-286.
12. Kiczorowska B. Kumulacja ołowiu i kadmu w skórce i mięszu wybranych odmian jabłek. *Ochr Środ Zasob Natur* 2009, 40: 365-371.
13. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności. *Dz.U.* nr 37, poz. 326.