

# Zawartość wybranych biopierwiastków w owocach i sokach z owoców jagodowych

## Content of selected bio-elements in berry fruit and juices

ANNA CZECH, ELŻBIETA RUSINEK, MALWINA MERSKA

Katedra Biochemii i Toksykologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

**Cel badań.** Ocena zawartości składników mineralnych (miedzi, cynku, żelaza, manganu) w owocach jagodowych i ich sokach. Oceniono również stopień ekstrakcji badanych pierwiastków z owoców do ich soków.

**Materiał i metoda.** Przedmiotem badań były owoce jagodowe, tj.: malina; porzeczka czarna; truskawka; winogrono ciemne; czarny bez oraz wykonane z nich soki. Owoce użyte do analiz pochodziły z upraw sadowniczych znajdujących się na terenie województwa lubelskiego. Próby pochodziły z trzech stanowisk oddalonych od siebie o około 0,5 km. W próbach z owoców i soków oznaczono zawartość żelaza, manganu, cynku i miedzi. Oznaczenie wykonano metodą spektrometrii absorpcji atomowej (ASA).

**Wyniki i wnioski.** Zawartość wszystkich analizowanych składników mineralnych, tj. żelaza, manganu, cynku i miedzi, była najniższa w owocach i sokach z winogrona ciemnego. Miało to również odniesienie w przeliczeniu na procent ekstrakcji. Truskawki to owoce (także i ich soki), w których stwierdzono istotnie wyższą koncentrację żelaza i manganu. Najwyższym stopniem ekstrakcji tych pierwiastków cechowały się soki uzyskane z czarnej porzeczki. Owoce i soki z maliny i czarnego bzu cechowały się największą koncentracją cynku, a owoce i soki z maliny, truskawki i czarnej porzeczki – miedzi. Procent ekstrakcji cynku i miedzi był najwyższy dla owoców truskawki, a także czarnego bzu, ale tylko w przypadku cynku.

**Słowa kluczowe:** owoce jagodowe; soki, składniki mineralne

**Aim.** To assess the content of minerals (copper, zinc, iron, manganese) in berries and their juices. To evaluate the degree of extraction of the analyzed elements in fruit juices.

**Material & method.** The research examined berry fruit such as raspberry, blackcurrant, strawberry, dark grape, elderberry and the juices made from them. The fruit used for the analysis came from fruit orchards located in the Lublin province. The samples came from three positions spaced about 0.5 km from one another. In the samples of fruit and fruit juices the contents of iron, manganese, zinc and copper were determined. The determination was performed by the atomic absorption spectroscopy (AAS).

**Results & conclusions.** In dark grape fruit and juices the contents of all analyzed minerals such as iron, manganese, zinc and copper was the lowest. This was also a reference in terms of extraction percentage. Strawberry fruit and juices manifested a significantly higher concentration of iron and manganese. Blackcurrant juices were characterized by the highest degree of extraction of these elements. The fruit and juices of raspberry and elderberry were characterized by the highest concentration of zinc, and the fruit and juices of raspberry, strawberry and blackcurrant – of copper. The percentage extraction of zinc and copper was the highest for strawberry fruit, and for elderberry fruit only in case of zinc.

**Key words:** berries, juices, mineral elements

© Probl Hig Epidemiol 2011, 92(4): 836-839

www.phie.pl

Nadesłano: 10.06.2011

Zakwalifikowano do druku: 04.08.2011

**Adres do korespondencji / Address for correspondence**

dr hab. prof. nadzw. Anna Czech  
Katedra Biochemii i Toksykologii, Pracownia Biochemii Analitycznej  
Uniwersytet Przyrodniczy;  
ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin  
e-mail: annaczech@poczta.fm

## Wprowadzenie

Owoce są produktami o doskonałych walorach smakowych i zapachowych. Jako dodatek w codziennej diecie człowieka są utożsamiane z naturalnym źródłem witamin, składników mineralnych, cukrów, kwasów organicznych, błonnika, pektyn i innych związków bioaktywnych [1].

Ze względu na swoje właściwości owoce stały się jednym z głównych produktów przetwórstwa, wykonuje się z nich przeciera, dżemy, kompoty, a także soki. Składniki zawarte w tych produktach są łatwo trawione i przyswajane, dzięki czemu docierają one w dużych ilościach do słabych konstytucjonalnie na-

rządów, gruczołów i tkanek uzupełniając niedobory i przyczyniając się do utrzymania dobrej kondycji zdrowotnej. Cenną zaletą owoców i soków z nich wykonanych jest ich wpływ na zwiększenie odporności organizmu, dlatego występują duże możliwości zastosowania soków owocowych w terapii i profilaktyce wielu chorób, zwłaszcza zaburzeń metabolicznych oraz schorzeń cywilizacyjnych. Popularność owoców i soków owocowych przyczynia się do wprowadzania i rozpowszechniania różnych kuracji i diet owocowych w związku z tym w ostatnich latach konsumenci coraz większą wagę przywiązują do jakości produktów owocowych ich walorów smakowych i właściwości fruktoterapeutycznych [2, 3].

## Cel badań

Ocena zawartości składników mineralnych (miedzi, cynku, żelaza, manganu) w owocach jagodowych i ich sokach. Oceniono również stopień ekstrakcji badanych składników mineralnych z owoców do ich soków.

## Materiał i metody

Przedmiotem badań były wybrane owoce jagodowe oraz wykonane z nich soki. Badaniami objęto następujące rodzaje owoców: malina (*Rubus idaeus*); porzeczka czarna (*Ribes nigrum*); truskawka (*Fragaria grandiflora*); winogron ciemny (*Vitis vinifera*); czarny bez (*Sambucus nigra*).

Materiał pochodził z upraw sadowniczych znajdujących się na terenie województwa lubelskiego z dala od tras szybkiego ruchu i zakładów przemysłowych. Owoce użyte do analiz pochodziły z trzech stanowisk oddalonych od siebie o około 0,5 km. Z każdego stanowiska pobrano po 2,5 kg każdego z owoców. Z każdej partii owoców z ilości 2 kg otrzymano soki [4]. Pozostałe 0,5 kg owoców świeżych poddano analizie laboratoryjnej. Łącznie uzyskano 30 prób, w tym 15 prób z owoców świeżych (5 odmian • 3 próby), które poddano obróbce przygotowawczej (usunięcie zanieczyszczeń, mycie, rozdrabnianie) i 15 prób z soków owocowych.

W próbach z owoców świeżych i ich soków oznaczano zawartość składników mineralnych (manganu, cynku, miedzi i żelaza). Analizy chemiczne wykonano w 2 powtórzeniach.

Zawartość składników mineralnych w badanym materiale wykonano metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej z atomizacją w płomieniu (FAAS). Oznaczenia te wykonano na spektrometrze UNICAM

SOLAR 939. Miedź oznaczono przy długości fali  $\lambda=324,8$  nm, cynk  $\lambda=213,9$  nm, żelazo  $\lambda=248,3$  nm, mangan  $\lambda=279,5$  nm. Zakres analityczny dla miedzi, cynku, żelaza i manganu był zawarty odpowiednio w przedziale: 0-1 mg<sup>-1</sup>, 0-2 mg<sup>-1</sup>, 0-10 mg<sup>-1</sup>, 0-1 mg<sup>-1</sup>. Do analizy odważono po 10 g każdego owocu, do wyprażonych tygli (w przypadku soków posłużono się pipetą). Próby przez dobę podsuszono w suszarce w temperaturze 60°C, a następnie suszono w temperaturze 105°C przez następne 24 h. Próby następnie zważono, po czym spalono je w piecu muflowym w temperaturze 450°C.

Oznaczenie składników mineralnych w sokach przeprowadzono analogicznie jak w owocach świeżych jednak do analizy odważono około 5 ml każdego soku.

Uzyskane dane liczbowe poddano analizie statystycznej, z wykorzystaniem programu Statistica wersja 5. Istotność różnic między średnimi wyznaczono testem analizy wariancji jednoczynnikowej ANOVA, przyjmując poziom istotności 0,05.

## Wyniki i omówienie

Owoce jagodowe takie jak malina, truskawka, porzeczka czarna, winogron czy czarny bez to przede wszystkim źródło witaminy C i pektyn. Ogromną zaletą tych owoców są zawarte w nich łatwo przyswajalne cukry. Cechuje je również bogactwo składników mineralnych – głównie potasu, wapnia i magnezu oraz żelaza, a w mniejszych ilościach manganu, miedzi i cynku – dzięki temu mają działanie odkwaszające [1]. Do mikroelementów występujących w większych ilościach w owocach jagodowych należy żelazo, co zostało potwierdzone w prezentowanych badaniach (tab. I). Wynika z nich, że istotnie wyższą zawartością

Tabela 1. Zawartość żelaza i manganu w analizowanych owocach jagodowych  
Table 1. Iron and manganese content in analyzed berries

Rodzaj owocu /Type of fruit	Owoc /Fruit		Sok /Juice		% Ekstrakcji /Extraction	
	mg/kg świeżej masie / mg/kg of fresh substance	mg/kg suchej masie / mg/kg of dry substance	mg/kg świeżej masie / mg/kg of fresh substance	mg/kg suchej masie / mg/kg of dry substance	Świeża masa /Fresh substance	Sucha masa /Dry substance
<b>Żelazo /Iron</b>						
Malina / Raspberry	6,86±1,63	53,77 <sup>b</sup> ±7,22	0,78 <sup>a</sup> ±0,11	28,06 <sup>b</sup> ±4,94	11,37 <sup>a</sup>	52,18 <sup>b</sup>
Truskawka / Strawberry	9,91±2,12	94,75 <sup>a</sup> ±10,87	1,04 <sup>a</sup> ±0,30	47,15 <sup>a</sup> ±6,66	10,51 <sup>a</sup>	49,76 <sup>b</sup>
Czarna porzeczka /Blackcurrant	7,55±1,99	48,90 <sup>c</sup> ±4,05	0,91 <sup>a</sup> ±0,19	29,45 <sup>b</sup> ±3,42	12,05 <sup>a</sup>	60,22 <sup>a</sup>
Winogrono ciemne /Dark grape	6,33±2,07	40,28 <sup>c</sup> ±6,81	0,39 <sup>b</sup> ±0,18	12,11 <sup>c</sup> ±2,48	6,16 <sup>b</sup>	30,07 <sup>c</sup>
Czarny bez /Elderberry	9,34±1,78	61,40 <sup>b</sup> ±8,31	1,10 <sup>a</sup> ±0,21	33,10 <sup>b</sup> ±5,37	11,77 <sup>a</sup>	53,91 <sup>b</sup>
<b>Mangan /Manganese</b>						
Malina / Raspberry	4,22 <sup>a</sup> ±0,99	28,59 <sup>b</sup> ±2,67	0,43 <sup>ab</sup> ±0,06	15,32 <sup>a</sup> ±1,82	10,09 <sup>a</sup>	53,59 <sup>bc</sup>
Truskawka / Strawberry	3,82 <sup>a</sup> ±0,87	36,52 <sup>a</sup> ±3,94	0,39 <sup>b</sup> ±0,10	17,65 <sup>a</sup> ±2,24	10,21 <sup>a</sup>	48,32 <sup>c</sup>
Czarna porzeczka / Blackcurrant	4,18 <sup>a</sup> ±1,03	27,07 <sup>b</sup> ±2,99	0,50 <sup>a</sup> ±0,06	16,02 <sup>a</sup> ±2,74	11,84 <sup>a</sup>	59,17 <sup>a</sup>
Winogrono ciemne / Dark grape	1,06 <sup>b</sup> ±0,34	6,73 <sup>c</sup> ±0,97	0,05 <sup>c</sup> ±0,01	1,52 <sup>b</sup> ±0,21	4,63 <sup>b</sup>	22,60 <sup>d</sup>
Czarny bez / Elderberry	4,31 <sup>a</sup> ±0,99	28,33 <sup>b</sup> ±3,68	0,54 <sup>a</sup> ±0,09	16,11 <sup>a</sup> ±3,01	12,41 <sup>a</sup>	56,87 <sup>ab</sup>

a, b, c, d – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$   
a, b, c, d – values in the rows marked with different letters differ substantially when  $p \leq 0,05$

żelaza w suchej masie cechowały się owoce truskawki. Najniższą ilość tego pierwiastka odnotowano w owocach winogron czarnego. Różnica ta sięgała 40% (tab. I). Nie stwierdzono takiej zależności dotyczącej zawartości żelaza oznaczanego w świeżej masie owocu. Cunningham i wsp. [5] odnotowali zawartość żelaza w świeżej masie owoców pozyskanych w Australii odpowiednio na poziomie: w winogronie 4 mg/kg, w truskawkach od 3 do 6 mg/kg. Uzyskane wyniki w przypadku winogron były o  $22 \pm 5\%$  wyższe od prezentowanych w pracy, natomiast zawartość tego pierwiastka w truskawkach kształtowała się na zbliżonym poziomie. Analizując zawartość żelaza w sokach analogicznie jak w przypadku owoców najwyższą zawartością żelaza cechował się sok z truskawek a najniższą z winogron ciemnych ( $p \leq 0,05$ ) (tab. I). Nieco odmienne zależności uzyskano wyliczając stopień ekstrakcji żelaza z owoców do soków. Najniższą jego zawartość odnotowano dla winogron, natomiast najwyższą dla czarnej porzeczki.

Podobnie jak w przypadku żelaza również zawartość manganu w suchej masie owoców truskawki była istotnie wyższa w porównaniu do pozostałych analizowanych owoców jagodowych. Najniższą jego zawartość odnotowano w owocach winogron czarnego ( $p \leq 0,05$ ). Podobne zależności odnotowano w sokach z tych owoców, a także w procencie ekstrakcji (tab. I). Zawartość składników mineralnych w owocach, jest zależna od wielu czynników środowiskowych takich jak zasobność gleb w składniki mineralne, odczyn gleby, warunki klimatyczne [6]. Według Szteke i wsp. [7] ograniczająco na pobieranie przez rośliny manganu wpływa pH gleby [6]. Zawartość manganu w owocach jagodowych przedstawiona w tabelach Składu i Wartości Odżywczej Żywności Instytutu

Żywnienia i Żywności [8] kształtowała się na poziomie: w truskawce 2,2 mg/kg, w winogronie 0,9 mg/kg, w malinie 3,2 mg/kg i czarnej porzeczce 7,3 mg/kg. Wartości te były zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych, za wyjątkiem porzeczki czarnej.

Analizując zawartość cynku i miedzi w owocach jagodowych to najniższą ich zawartość zarówno w owocach jak i sokach, podobnie jak w przypadku żelaza i manganu, odnotowano w owocach winogron ciemnego. Również procent ekstrakcji dla tych owoców był najmniejszy i kształtował się na poziomie 28% (tab. II). Uzyskane wyniki dotyczące zawartości miedzi i cynku w owocach i sokach z winogron były zbliżone do wyników prezentowanych przez Olalla i wsp. [3].

Cynk ze względu na swoje właściwości jest mikroelementem niezbędnym w diecie człowieka. Jest on składnikiem około 80 enzymów. Jego niedobory mogą powodować obniżenie sprawności układu odpornościowego, zaburzenia wchłaniania, a także wzroku i smaku [9]. Wykazuje on także działanie ochronne w zatruciach metalami ciężkimi [10]. Jego najwyższą koncentrację zarówno w owocach jak i sokach odnotowano w przypadku owoców maliny i czarnej bzu. Procent ekstrakcji był również w tych owocach najwyższy (tab. II).

Prezentowane wyniki własne dotyczące zawartości miedzi w owocach jagodowych różnią się od uzyskanych przez Szymczak i wsp. [11] i są one dla owoców truskawki i porzeczki czarnej niższe o około 30-40%, natomiast dla owoców maliny nieznacznie wyższe.

Cunningham i wsp. [5] przedstawili zawartość cynku w owocach truskawki i winogron pozyskanych

Tabela II. Zawartość cynku i miedzi w analizowanych owocach jagodowych

Table II. Zinc and copper content in analyzed berries

Rodzaj owocu / Type of fruit	Owoc /Fruit		Sok /Juice		% Ekstrakcji /Extraction	
	mg/kg świeżej masie / mg/kg of fresh substance	mg/kg suchej masie / mg/kg of dry substance	mg/kg świeżej masie / mg/kg of fresh substance	mg/kg suchej masie / mg/kg of dry substance	Świeża masa /Fresh substance	Sucha masa /Dry substance
Cynk /Zinc						
Malina /Raspberry	4,35 <sup>b</sup> ±0,223	34,09 <sup>a</sup> ±4,30	0,49 <sup>a</sup> ±0,12	17,63 <sup>a</sup> ±3,22	11,26 <sup>a</sup>	51,70 <sup>b</sup>
Truskawka /Strawberry	2,81 <sup>c</sup> ±0,17	26,87 <sup>b</sup> ±3,53	0,33 <sup>b</sup> ±0,04	14,93 <sup>b</sup> ±2,29	11,74 <sup>a</sup>	55,58 <sup>a</sup>
Czarna porzeczka /Blackcurrant	1,32 <sup>d</sup> ±0,15	8,55 <sup>c</sup> ±1,45	0,13 <sup>c</sup> ±0,04	4,17 <sup>c</sup> ±1,11	9,77 <sup>b</sup>	48,83 <sup>b</sup>
Winogrono ciemne /Dark grape	1,11 <sup>d</sup> ±0,15	7,06 <sup>c</sup> ±1,49	0,06 <sup>d</sup> ±0,01	1,96 <sup>d</sup> ±0,30	5,68 <sup>c</sup>	27,70 <sup>c</sup>
Czarny bez /Elderberry	6,27 <sup>a</sup> ±0,42	41,22 <sup>a</sup> ±6,30	0,83 <sup>a</sup> ±0,23	25,00 <sup>a</sup> ±5,21	13,24 <sup>a</sup>	60,65 <sup>a</sup>
Miedź /Copper						
Malina /Raspberry	1,19 <sup>ab</sup> ±0,32	9,33 <sup>a</sup> ±2,11	0,107 <sup>ab</sup> ±0,059	3,85 <sup>bc</sup> ±0,81	8,99 <sup>b</sup>	41,27 <sup>c</sup>
Truskawka /Strawberry	1,11 <sup>ab</sup> ±0,21	10,62 <sup>a</sup> ±3,43	0,142 <sup>a</sup> ±0,012	6,43 <sup>a</sup> ±1,45	12,79 <sup>a</sup>	60,49 <sup>a</sup>
Czarna porzeczka /Blackcurrant	1,39 <sup>a</sup> ±0,24	9,00 <sup>a</sup> ±2,15	0,140 <sup>a</sup> ±0,013	4,53 <sup>b</sup> ±1,02	10,07 <sup>ab</sup>	50,33 <sup>b</sup>
Winogrono ciemne /Dark grape	0,72 <sup>b</sup> ±0,13	4,58 <sup>b</sup> ±1,14	0,043 <sup>c</sup> ±0,012	1,34 <sup>d</sup> ±0,23	5,97 <sup>c</sup>	29,15 <sup>d</sup>
Czarny bez /Elderberry	0,75 <sup>b</sup> ±0,11	4,93 <sup>b</sup> ±1,03	0,089 <sup>bc</sup> ±0,012	2,68 <sup>c</sup> ±0,92	11,87 <sup>a</sup>	54,37 <sup>b</sup>

a, b, c, d – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy  $p \leq 0,05$   
a, b, c, d – values in the rows marked with different letters differ significantly when  $p \leq 0,05$



w Australii na poziomie 1 mg/kg ś.m. Według tabel składu wartości odżywczej żywności Instytutu Żywności i Żywienia [8] zawartość cynku w świeżej masie owoców jagodowych wynosi w malinie 3,6 mg/kg, truskawce 0,9 mg/kg, a w winogronie 1,1 mg/kg. Wyniki te były zbliżone do uzyskanych w badaniach własnych, natomiast dla porzeczki czarnej (3,2 mg/kg) wartość ta była prawie dwukrotnie wyższa.

Owoce maliny, truskawki i czarnej porzeczki cechowały się istotnie wyższą koncentracją miedzi w przeliczeniu na suchą masę. Najwyższą koncentrację tego mikroelementu odnotowano w sokach uzyskanych z owoców truskawki dla których to procent ekstrakcji również był istotnie wyższy w porównaniu z pozostałymi analizowanymi owocami (tab. II). Według tabel składu i wartości odżywczej żywności Instytutu Żywności i Żywienia [8] zawartość miedzi w owocach jagodowych powinna wynosić dla porzeczki czarnej i truskawki 1,1 mg/kg ś.m., maliny 3,2 mg/kg ś.m., a winogron 0,9 mg/kg ś.m. Wartości te były zbliżone do wyników badań własnych za wyjątkiem maliny, której wartość była o około 50% niższa w uzyskanych wynikach własnych. W badaniach Szymczak i wsp. [11] odnotowano znacznie większą koncen-

trację tego pierwiastka niż w badaniach własnych, zawartość miedzi była wyższa w malinie o około 14%, a w truskawce o około 13%. Natomiast wyniki badań przeprowadzone przez Ognik i wsp. [12] są zbliżone do wyników własnych.

## Wnioski

1. Zawartość wszystkich analizowanych składników mineralnych, tj. żelaza, manganu, cynku i miedzi, była najniższa w owocach i sokach z winogron ciemnego. Miało to również odniesienie w przeliczeniu na procent ekstrakcji.
2. Truskawki to owoce (także i soki), w których stwierdzono istotnie wyższą koncentrację żelaza i manganu. Najwyższym procentem ekstrakcji tych pierwiastków cechowały się soki uzyskane z czarnej porzeczki.
3. Owoce i soki z maliny i czarnego bzu cechowały się największą koncentracją cynku, a owoce i soki z maliny, truskawki i czarnej porzeczki – miedzi.
4. Procent ekstrakcji cynku i miedzi był najwyższy dla owoców truskawki, a także czarnego bzu ale tylko w przypadku cynku.

## Piśmiennictwo / References

1. Borowska EJ, Szajdek A. Składniki dietetyczne i substancje biologiczne w owocach aronii, borówki czernicy i porzeczki czarnej. *Bromat Chem Toksykol* 2005, supl: 181-184.
2. Szenthe A, Stefanovits-Bányai É, Blázovics A, et al. Influence of strawberry and raspberry consumption on the antioxidant status of human body. *Int. J Horticultural Sci* 2006, 12(3): 109-113.
3. Olalla M, Ndez JF, Cabrera C, et al. Nutritional Study of Copper and Zinc in Grapes and Commercial Grape Juices from Spain. *J Agric Food Chem* 2004, 52: 2715-2720.
4. Jurczenko J, Jurczenko L. *Domowe przetwory z owoców i warzyw*. PWRiL Warszawa, 1990, 95-103.
5. Cunningham JH, Milligan G, Trevisan L. 2000. Minerals in Australian fruit and vegetables – a comparison of levels between the 1980s and 2000. *Food Standards Australia New Zealand* 2004.
6. Mikiciuk G, Mikiciuk M. Effect of polymer supersorbent added to medium on the content of mineral elements in strawberry leaves and fruit. *J Elementol* 2010, 15(2): 313-319.
7. Szteke B, Jędrzejczak R, Ręczajska W. Wpływ niektórych czynników środowiskowych na zawartość metali w truskawkach. *J Elementol* 2006, 11(2): 213-222.
8. Kunachowicz H, Nadolna I, Przygoda B, Iwanow K. *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. IZZ, PZW, Warszawa 2005.
9. Prasad R. Zinc biofortification of food grains in relation to food security and alleviation of zinc malnutrition. *Curr Sci* 2010, 98(10): 1300-1304.
10. Morawiec M. Pierwiastki szkodliwe a żelazo, cynk i miedź: interakcje w organizmie zwierząt i ludzi. Cz. II. Ołów. *Roczn PZH* 1991, 42(2): 121-126.
11. Szymczak J, Iłow R, Regulska Iłow B. Zawartość miedzi i cynku w warzywach, owocach i zbożach pochodzących z terenów o zróżnicowanym zanieczyszczeniu przemysłowym oraz ze szklarni. *Roczn PZH* 1993, 4(44): 347-359.
12. Ognik K, Rusinek E, Sembratowicz I, Truchliński J. Influence of environmental conditions and vegetation period on trace elements contents in black chokeberry and elderberry fruits from Lublin Region. *Pol J Environ Stud* 2006, 15(3a): 113-117.