

MONIKA KĘDZIERSKA-MATYSEK¹, ZYGMUNT LITWIŃCZUK², NATALIA KOPERSKA²,
JOANNA BARŁOWSKA¹

¹Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

²Katedra Hodowli i Ochrony Zasobów Genetycznych Bydła
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ZAWARTOŚĆ MAKRO- I MIKROELEMENTÓW W MIODACH PSZCZELICH Z UWZGLĘDNIENIEM ODMIANY ORAZ KRAJU POCHODZENIA

CONTENT OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN BEE HONEYS
WITH REGARD TO VARIETY AND COUNTRY OF ORIGIN

Streszczenie. W sieci detalicznej wschodniej Polski w 2012 roku zakupiono 46 prób miodów pszczelich: spadziowego ze spadzi iglastej (8), wielokwiatowego (8), gryczanego (12), lipowego (9) i akacjowego (9). Produkty te pochodziły z Polski (25 prób) oraz UE i spoza UE (21 prób). Zawartość K, Ca, Na, Mg, Fe i Zn oznaczono spektrometrem AA 240FS firmy Varian, stosując technikę płomieniową. Zawartość Cu i Mn oznaczono techniką grafitową na aparacie AA 240Z tej samej firmy. Pomiędzy poszczególnymi próbkami wykazano duże rozbieżności w zawartości składników mineralnych, co było prawdopodobnie związane z ich odmiennym pochodzeniem botanicznym. Oceniane miody charakteryzowały się największą zawartością potasu, który stanowił 82% wszystkich badanych pierwiastków w miodach z Polski i 77% w miodach z innych krajów. Wykazano istotne różnice odmianowe w zawartości K ($p \leq 0,01$) oraz Na, Ca, Mn i Cu ($p \leq 0,05$). Stwierdzono istotny ($p \leq 0,05$) wpływ kraju pochodzenia miodu na zawartość sodu, która wynosiła 58,7 mg/kg w miodach polskich i 114,5 mg/kg w miodach z innych krajów. W odniesieniu do interakcji odmiany i kraju pochodzenia istotną zależność wykazano tylko dla zawartości wapnia ($p \leq 0,05$). Miody zakupione w sieci detalicznej wschodniej Polski spełniają (z wyjątkiem jednej próby) wymagania dotyczące dopuszczalnego limitu zanieczyszczenia miedzią i cynkiem.

Słowa kluczowe: miody pszczele, makroelementy, mikroelementy, kraj pochodzenia

Wstęp

Miód pszczeli jest bardzo wartościową pod względem odżywczym substancją. Zajmuje razem z ziołami czołowe miejsce w medycynie naturalnej. Właściwości bakterio-bójcze i uodporniające miodu są znane już od bardzo dawna, na co wskazują m.in. malowidła naścienne z paleolitu odkryte w 1919 roku. Ten dar natury dodawany do napojów i potraw wzmacnia organizm, poprawiając naturalną odporność na choroby i infekcje (STARY i KOWALSKI 2010). Miód może mieć różną barwę, od białej poprzez jasno-żółtą do brunatno-brązowej. Różnice te mogą wynikać z pochodzenia oraz przypadkowego lub celowego podgrzewania produktu. Mogą też być związane z jego procesem starzenia się (ALMEIDA-SILVA i IN. 2011).

Miód jest produktem o bardzo zróżnicowanym składzie chemicznym, w dużym stopniu zależnym od rodzaju i gatunku roślin, z którego jest wywarzany. Znajdują się w nim wszystkie podstawowe składniki mineralne, które pochodzą z dostarczanych surowców, tj. nektaru i spadzi. Spadz powstaje z wydalin owadów wysysających żywe części roślin lub z wydzielin żywych części roślin zbieranych przez pszczoły, natomiast źródłem miodu kwiatowego jest nektar (MADEJCZYK i BARAŁKIEWICZ 2008). Stężenie związków mineralnych w miodach wynosi od 0,1% do 1%. Sole mineralne występujące w miodach wpływają na ich wartość odżywczą i zdrowotną i w znacznym stopniu mogą się przyczynić do uzupełnienia niedoborów niektórych pierwiastków w diecie człowieka, dotyczy to zwłaszcza żelaza i manganu (LUTY 2010).

W miodach mogą się kumulować także metale ciężkie, takie jak związki kadmu, miedzi, ołowiu, cynku i arsenu, co jest związane z zanieczyszczeniem danego obszaru, na którym rosną miododajne rośliny. Zawartość metali ciężkich w miodzie może posłużyć jako wskaźnik stanu środowiska. Pszczoły przenoszą do ula, razem z nektarem, pyłkiem kwiatowym, żywicami i garbnikami, różne zanieczyszczenia pochodzące z naturalnego środowiska. Badania różnych autorów potwierdziły zależności pomiędzy składem mineralnym miodów a poziomem zanieczyszczenia środowiska (GRABOWSKI i BRATKOWSKI 2001, PRZYBYŁOWSKI i WILCZYŃSKA 2001, NASIRUDDIN KHAN i IN. 2006, ROMAN i POPIELA 2011).

Polskie miody charakteryzują się dużą zawartością substancji odżywczych. Środowisko naturalne w Polsce, odznaczające się dużą bioróżnorodnością, przyczynia się do znacznego zróżnicowania odmianowego miodów. Lokalizacja pasiek na terenach nieskażonych przemysłowo decyduje o skutecznym działaniu odżywczym i leczniczym miodów (ARSZUŁOWICZ 2007).

Celem badań było określenie zawartości makro- i mikroelementów w miodach dwóch typów (spadziowy i nektarowy) reprezentujących pięć różnych odmian produkowanych w Polsce i innych krajach.

Material i metody

Badania przeprowadzono na miodach zakupionych w sieci detalicznej wschodniej Polski w 2012 roku. Materiał do badań (46 prób miodów) podzielono według deklaracji producenta na etykietce zgodnej z Rozporządzeniem Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi

z dnia 10 lipca 2007 roku w sprawie znakowania środków spożywczych (ROZPORZĄDZENIE... 2007). Wyróżniono jedną grupę miodów pochodzących z Polski (25 prób) oraz drugą pochodzącą z UE i spoza UE (21 prób). Oceniono dwa typy miodów: spadziowy (ze spadzi iglastej – 8 prób) i nektarowy (38 prób), w tym wielokwiatowy (8 prób), gryczany (12), lipowy (9) i akacjowy (9). W próbach oznaczono zawartość makro- (K, Ca, Na, Mg) i mikropierwiastków (Fe, Zn, Cu, Mn).

W laboratorium każda próba miodu została wymieszana celem ujednoczenia. Z tak przygotowanych próbek wykonano naważki do mineralizacji. Jednocześnie do każdej serii mineralizacji wykonano dwie próby ślepe (zamiast miodu dodano wodę dejonizowaną). Naważki zostały rozcieńczone 6 ml roztworu 65-procentowego kwasu azotowego spektralnie czystego. Próbkę zmineralizowano techniką mikrofalową „na mokro”, pod zwiększonym ciśnieniem, w piecu mikrofalowym MARS. Zmineralizowany materiał rozcieńczono w kolbkach miarowych o pojemności 25 cm³ z tworzywa sztucznego PMP.

Analizę ilościową wykonano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej, spektrometrem AA 240FS i AA 240Z firmy Varian. Stężenia K, Ca, Na, Mg, Fe i Zn oznaczono, stosując technikę płomieniową w standardowych warunkach (płomień powietrze–acetylen), natomiast zawartość mikroelementów: Cu i Mn oznaczono w piecu grafitowym z korekcją tła Zeemana w atmosferze argonu, w rurkach grafitowych z warstwą pyrolityczną. Zawartość pierwiastków odczytano na podstawie krzywej kalibracyjnej wykreślonej jako zależność absorpcji od zawartości badanego pierwiastka. Poprawność metody sprawdzano, analizując równolegle z próbkami badanymi certyfikowany materiał odniesienia NCS ZC 73015. Pomiar każdej próbki wykonano w trzech powtórzeniach.

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie, wykorzystując program STATISTICA ver. 6 (STATISTICA... 2003), na podstawie dwuczynnikowej analizy wariancji z interakcją (wyróżniając odmianę i kraj pochodzenia). W tabelach podano średnie wartości, błąd standardowy oraz minimum i maksimum. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami dla ocenianych grup wyznaczono testem NIR Fishera.

Wyniki i dyskusja

Oceniane miody charakteryzowały się największą zawartością potasu, który stanowił 82,47% badanych pierwiastków w miodach z Polski i 77,13% z innych krajów, a najbogatszy w ten pierwiastek był miód spadziowy: 2648,8 mg/kg (tab. 1). W miodach pochodzących z Polski wykazano następujące zawartości potasu: 2648,84 mg/kg w miodzie spadziowym, 432,38 mg/kg – w wielokwiatowym, 345,52 mg/kg – w gryczanym i 242,15 mg/kg – w akacjowym. W miodach zagranicznych było to odpowiednio: 2157,39 mg/kg, 96,95 mg/kg, 172,51 mg/kg i 196,41 mg/kg. Wyjątek stanowił miód lipowy. Miody spadziowe z innych krajów zawierały prawie pięciokrotnie więcej sodu (średnio 82,57 mg/kg), a gryczane dwukrotnie więcej (170,95 mg/kg) w porównaniu z miodami krajowymi. Wykazana różnica (282,25 mg/kg) pomiędzy krajem pochodzenia dla miodów wielokwiatowych została potwierdzona statystycznie przy $p \leq 0,01$. Większą zawartością wapnia ($p \leq 0,05$) niż w miodach zagranicznych charakteryzował się krajowy miód odmiany wielokwiatowej – 70,24 mg/kg i akacjowej – 58,32 mg/kg.

Tabela 1. Zawartość makroelementów w miodach z uwzględnieniem wpływu odmiany i kraju pochodzenia (mg/kg)

Table 1. Content of macroelements in honeys including the effect of variety and country of origin (mg/kg)

Odmiana miodu Variety of honey	Wartość Value	K		Na		Ca		Mg	
		Polska Poland	inne kraje other countries	Polska Poland	inne kraje other countries	Polska Poland	inne kraje other countries	Polska Poland	inne kraje other countries
Spadziowy ze spadzi iglastej Coniferous honeydew	$\bar{x} \pm SD$	2 648,84 ±890,06	2 157,39 ±1627,29	17,57 ±6,62	82,57 ±115,47	65,00 ±43,54	100,46 ±42,49	60,01 ±38,20	40,84 ±46,06
	min-max	1443,35- -3589,50	762,69- -4506,90	13,26- -27,38	15,82- -255,37	3,72- -99,39	50,33- -154,27	34,59- -116,19	8,57- -108,44
Wielokwiatowy Multifloral	$\bar{x} \pm SD$	432,38 ±295,49	96,95 ±7,82	61,49 ±74,33 ^A	343,74 ±30,41 ^B	70,24 ±13,65 ^b	42,44 ±6,14 ^a	61,59 ±99,48	6,74 ±1,99
	min-max	162,59- -737,57	91,42- -102,48	11,44- -185,69	322,23- -365,23	50,92- -78,31	38,09- -46,78	11,73- -239,20	5,33- -8,15
Gryczany Buckwheat	$\bar{x} \pm SD$	345,52 ±297,19	172,51 ±117,38	83,47 ±117,79	170,95 ±207,02	54,30 ±25,96	46,50 ±23,71	11,54 ±4,02	10,11 ±4,29
	min-max	98,40- -978,86	69,05- -352,69	9,91- -272,05	23,69- -472,68	26,61- -101,94	20,75- -74,27	4,85- -17,17	5,27- -16,94
Lipowy Linden	$\bar{x} \pm SD$	521,75 ±405,63	569,53 ±273,56	64,68 ±109,71	81,13 ±50,17	59,34 ±8,91	43,19 ±15,74	12,24 ±5,88	12,97 ±2,57
	min-max	67,00- -1044,06	179,74- -765,86	10,02- -260,27	34,60- -145,37	45,61- -66,36	21,49- -59,07	4,71- -18,20	10,03- -16,21
Akacjowy Robinia	$\bar{x} \pm SD$	242,15 ±141,90	196,41 ±23,00	40,88 ±34,92	18,68 ±23,85	58,32 ±30,98 ^b	15,46 ±7,79 ^a	8,79 ±3,84	7,07 ±1,50
	min-max	93,55- -376,24	168,59- -224,76	10,47- -79,01	5,84- -61,14	36,49- -93,79	7,20- -24,13	4,36- -11,31	5,55- -9,12
Razem Total	$\bar{x} \pm SD$	771,30 ±956,66	647,31 ±1029,08	58,67 ±85,54	114,52 ±144,67	60,96 ±24,27	48,47 ±36,39	29,85 ±50,27	15,73 ±22,62
	min-max	67,00- -3589,50	69,05- -4506,90	9,91- -272,05	5,84- -472,68	3,72- -101,94	7,20- -154,27	4,36- -239,20	5,27- -108,44
Odmiana Variety		xx		x		x		ns	
Kraj pochodzenia Country of origin		ns		x		ns		ns	
Interakcja: odmiana × kraj pochodzenia Interaction: variety × country of origin		ns		ns		x		ns	

A, B – różnice istotne przy $p \leq 0,01$, a, b – różnice istotne przy $p \leq 0,05$.Wpływ czynnika: x – istotny przy $p \leq 0,05$, xx – istotny przy $p \leq 0,01$, ns – nie stwierdzono.A, B – differences significant at $p \leq 0.01$, a, b – differences significant at $p \leq 0.05$.Effect of factor: x – significant at $p \leq 0.05$, xx – significant at $p \leq 0.01$, ns – not stated.

Dużą rozpiętość w zawartości makropierwiastków wykazali także MADEJCZYK i BARAŁKIEWICZ (2008), którzy przebadali miody spadziowe ze spadzi iglastej z czterech województw Polski. Koncentracja potasu mieściła się w granicach 1743,9-3659,3 mg/kg, a więc była zbliżona do tej, jaką przedstawiono w niniejszej pracy. Zawartości sodu były większe: od 10,31 do 88,43 mg/kg, natomiast wapnia i magnezu – mniejsze, odpowiednio: 3,3-53,71 mg/kg i 1,48-6,60 mg/kg.

TERRAB i IN. (2004) dla miodu tymiankowego z Hiszpanii podają zawartość potasu od 261 do 1380 mg/kg, co stanowi 48% badanych pierwiastków, sodu: od 256 do 501 mg/kg, wapnia: od 110 do 248 mg/kg i magnezu: od 37 do 139 mg/kg. Według DAGA i IN. (2006) w miodach awokadowych z Izraela zawartość potasu wynosiła od 189,0 do 3768,3 mg/kg (średnio 1153,7 mg/kg), wapnia – 58,4-137,1 mg/kg (84,5 mg/kg), magnezu – 18,5-204,6 mg/kg (64 mg/kg), sodu – 26,6-132,5 mg/kg (61,6 mg/kg), żelaza – 0,9-9,3 mg/kg (2,9 mg/kg).

Wśród badanych mikroelementów wykazano trzykrotnie większą zawartość żelaza w miodzie wielokwiatowym wyprodukowanym w innych krajach (19,38 mg/kg) niż w Polsce (6,52 mg/kg) (tab. 2). Różnica ta jednak nie została potwierdzona statystycznie.

WILCZYŃSKA i IN. (2004) oceniali 176 próbek miodów różnych odmian i z różnych rejonów Polski. Średnia zawartość żelaza we wszystkich analizowanych miodach wyniosła 7,65 mg/kg (z różnicą od 0,1 do 28,96 mg/kg). Największą zawartość tego pierwiastka stwierdzono w miodach spadziowych (średnio 9,36 mg/kg), najmniejszą zaś w nektarowych wielokwiatowych (6,27 mg/kg). W badaniach własnych najmniej żelaza zawierał miód akacjowy – zarówno z Polski (4,62 mg/kg), jak i z innych krajów (4,43 mg/kg).

Miód kasztanowy z Włoch jest bogatym źródłem żelaza (27,294 mg/kg) (PERNA i IN. 2012), mniej tego pierwiastka zawierają miody z Turcji – 2,64 mg/kg (KUCUK i IN. 2007).

Polskie miody nektarowe, tj. wielokwiatowy, gryczany, lipowy i akacjowy, charakteryzowały się większą zawartością manganu, odpowiednio o: 0,75, 0,85, 0,21 i 0,60 mg/kg niż produkty spoza Polski. Jedynie w polskim miodzie spadziowym koncentracja tego pierwiastka była mniejsza o 0,40 mg/kg.

Według PN-88/A-77626 miód pszczeli musi spełniać wymagania pod względem największego dopuszczalnego stężenia niektórych metali ciężkich, m.in. miedzi (10 mg/kg) i cynku (15 mg/kg). W miodach zakupionych w sieci detalicznej wschodniej Polski wartości te nie zostały przekroczone (tab. 2). W 42 próbach ocenianego miodu zawartość miedzi nie przekraczała 1 mg/kg, natomiast w pozostałych czterech nie była większa niż 1,5 mg/kg (dwa gryczane i dwa spadziowe). W przypadku cynku tylko w jednej próbie miodu lipowego spoza Polski zawartość tego pierwiastka przekroczyła górny dopuszczalny poziom o 0,89 mg/kg. Nieco większą koncentrację metali ciężkich w miodzie podają ROMAN i POPIELA (2011): Cu – od 1,03 do 7,72 mg/kg i Zn – od 1,13 do 13,92 mg/kg.

W polskich miodach spadziowych, wielokwiatowych, gryczanych i akacjowych koncentracja cynku była większa o, odpowiednio, 2,89, 2,65, 1,51 i 1,40 mg/kg w porównaniu z miodami produkowanymi w innych krajach. Większa była również zawartość miedzi, która przyjmowała wartości od 0,33 mg/kg do 0,95 mg/kg, natomiast w miodach zagranicznych mieściła się w przedziale od 0,29 mg/kg do 0,63 mg/kg.

Tabela 2. Zawartość mikroelementów w miodach z uwzględnieniem wpływu odmiany i kraju pochodzenia (mg/kg)

Table 2. Content of microelements in honeys including the effect of variety and country of origin (mg/kg)

Odmiana miodu Variety of honey	Wartość Value	Fe		Zn		Mn		Cu	
		Polska Poland	inne kraje other countries	Polska Poland	inne kraje other countries	Polska Poland	inne kraje other countries	Polska Poland	inne kraje other countries
Spadziowy ze spadzi iglastej Coniferous honeydew	$\bar{x} \pm SD$	6,72 ±4,59	7,22 ±4,01	8,19 ±4,28	5,30 ±2,75	4,77 ±4,70	5,17 ±6,09	0,95 ±0,30	0,63 ±0,38
	min-max	2,35- -12,79	1,66- -10,27	3,91- -13,64	2,06- -8,72	2,04- -11,75	0,82- -13,78	0,71- -1,38	0,33- -1,16
Wielokwiatowy Multifloral	$\bar{x} \pm SD$	6,52 ±3,62	19,38 ±15,72	5,64 ±3,94	2,99 ±0,33	1,61 ±1,98	0,86 ±0,82	0,33 ±0,27	0,29 ±0,28
	min-max	2,08- -10,46	8,27- -30,50	2,39- -12,45	2,76- -3,22	0,23- -5,06	0,28- -1,44	0,07- -0,72	0,09- -0,48
Gryczany Buckwheat	$\bar{x} \pm SD$	6,26 ±6,92	5,85 ±5,85	5,75 ±3,87	4,24 ±5,59	3,69 ±3,54	2,84 ±3,65	0,90 ±0,34 ^b	0,48 ±0,24 ^a
	min-max	0,52- -17,40	0,74- -15,19	0,59- -11,86	0,29- -13,74	0,15- -9,47	0,15- -9,00	0,52- -1,38	0,11- -0,71
Lipowy Linden	$\bar{x} \pm SD$	5,63 ±5,19	6,17 ±4,96	4,35 ±5,09	4,48 ±7,61	0,77 ±0,38	0,56 ±0,44	0,42 ±0,32	0,41 ±0,16
	min-max	0,21- -11,47	1,65- -11,10	1,11- -13,38	0,60- -15,89	0,19- -1,25	0,03- -1,12	0,05- -0,74	0,21- -0,58
Akacjowy Robinia	$\bar{x} \pm SD$	4,62 ±5,61	4,43 ±1,49	2,17 ±2,88	0,77 ±0,50	0,76 ±0,62	0,16 ±0,09	0,33 ±0,29	0,57 ±0,18
	min-max	0,87- -11,08	2,68- -5,68	0,05- -5,44	0,31- -1,48	0,19- -1,42	0,07- -0,31	0,10- -0,64	0,40- -0,75
Razem Total	$\bar{x} \pm SD$	6,05 ±5,04	7,19 ±6,74	5,39 ±4,15	3,50 ±4,47	2,46 ±3,07	1,98 ±3,54	0,62 ±0,40	0,50 ±0,25
	min-max	0,21- -17,40	0,74- -30,50	0,05- -13,64	0,29- -15,89	0,15- -11,75	0,03- -13,78	0,05- -1,38	0,09- -1,16
Odmiana Variety		ns		ns		x		x	
Kraj pochodzenia Country of origin		ns		ns		ns		ns	
Interakcja: odmiana × kraj pochodzenia Interaction: variety × country of origin		ns		ns		x		ns	

a, b – różnice istotne przy $p \leq 0,05$.Wpływ czynnika: x – istotny przy $p \leq 0,05$, ns – nie stwierdzono.a, b – differences significant at $p \leq 0.05$.Effect of factor: x – significant at $p \leq 0.05$, ns – not stated.

Różnica w zawartości miedzi między miodem gryczanym z Polski i z innych krajów została potwierdzona statystycznie ($p \leq 0,05$).

Koncentrację cynku w różnych odmianach miodów porównywali PRZYBYŁOWSKI i WILCZYŃSKA (2001), wykazując, że wartości uzyskane dla miodu wrzosowego (18,2 mg/kg) i kwiatowego (22,3 mg/kg) były większe od określonych normą PN-88/A-77626: było to 15 mg/kg.

Większą z reguły koncentracją makroelementów (K, Ca, Mg) oraz mikroelementów (Zn, Mn i Cu) charakteryzowały się miody polskie. Różnica ta dla K wyniosła 123,97 mg/kg, dla Ca – 12,49 mg/kg, dla Mg – 14,12 mg/kg, dla Zn – 1,89 mg/kg, dla Mn 0,48 mg/kg i dla Cu – 0,12 mg/kg. Większe stężenie sodu i prawie dwa razy większe magnezu stwierdzono w miodach zagranicznych, czego nie potwierdzono statystycznie.

W miodach słowackich zawartość pierwiastków zawierała się w następujących granicach: Zn – 0,25-3,82, Cu – 0,12-1,37, Mg – 0,10-50,42, Ca – 10,32-87,21 mg/kg s.m. (KACANIOVA i IN. 2009).

AKBULUT i IN. (2009), przebadawszy miody sosnowe z Turcji, stwierdzili dużo większe stężenia pierwiastków niż te przedstawione w niniejszych badaniach. Średnia zawartość potasu wynosiła 3802 mg/kg (45% składników mineralnych), wapnia – 2665 mg/kg (31%), sodu – 473,5 mg/kg, magnezu – 198,8 mg/kg, żelaza – 235,2 mg/kg, cynku – 45,2 mg/kg oraz manganu – 12,07 mg/kg. W innych badaniach tureckich (TUZEN i IN. 2007) przeprowadzonych na miodach wielokwiatowych różnego pochodzenia zawartość Cu mieściła się w granicach 0,23-2,41 $\mu\text{g/g}$, Mn – 0,32-4,56 $\mu\text{g/g}$, Zn – 1,1-12,7 $\mu\text{g/g}$, Fe – 1,8-10,2 $\mu\text{g/g}$.

GREMBECKA i IN. (2007) podają zawartość żelaza w miodach w granicach od 0,04 (wielokwiatowy i lipowy) do 2,64 mg w 100 g (gryczany), a magnezu – od 0,60 do 6,61 mg w 100 g. Największą zawartość magnezu wykazano w grupie miodów spadziowych (2,50-6,61 mg w 100 g), a najmniejszą w miodach akacjowych (0,60-1,50 mg w 100 g).

MAJEWSKA i KOWALSKA (2011) potwierdzają, iż miody ciemne zawierają zwykle znacznie więcej składników mineralnych niż miody jasne.

Wyniki włoskich badań dla miodu wielokwiatowego podają PERNA i IN. (2012). Zawartość żelaza wyniosła średnio 11,61 mg/kg i była mniejsza o 7,77 mg/kg od zawartości wykazanej w niniejszej pracy, natomiast zawartość cynku była ponad dwukrotnie większa (9,389 mg/kg). Miody wielokwiatowe z Turcji (KUCUK i IN. 2007) zawierały dużo mniej mikroelementów, tzn. Fe – 2,41 mg/kg, Cu – 0,09 mg/kg, Zn – 0,54 mg/kg i Mn – 0,59, a więcej makroelementów: K – 500 mg/kg, Ca – 160 mg/kg, z wyjątkiem Na, którego było dwa razy mniej (163 mg/kg).

Zamieszczone w tabeli 1 i 2 wyniki dwuczynnikowej analizy wariancji wskazują na istotny wpływ odmiany miodu na zawartość K ($p \leq 0,01$) oraz Na, Ca, Mn i Cu ($p \leq 0,05$). Stwierdzono także istotny wpływ kraju pochodzenia na zawartość Na ($p \leq 0,05$). Analiza jednoczesnego wpływu odmiany i kraju pochodzenia na zawartość w miodach ocenianych pierwiastków wykazała istotną interakcję tylko dla Ca ($p \leq 0,05$).

Wnioski

1. Wykazano różnice w zawartości analizowanych biopierwiastków między ocenianymi odmianami, a nawet w obrębie tej samej odmiany miodu, co wynikało prawdopodobnie z różnej ich zawartości w pozyskiwanym materiale roślinnym.

2. Stwierdzono istotnie mniejszą zawartość sodu w miodach polskich ($p \leq 0,05$) niż w zagranicznych.

3. Wykazano istotny wpływ odmiany miodu na zawartość potasu ($p \leq 0,01$) oraz sodu, wapnia, manganu i miedzi ($p \leq 0,05$).

4. W ocenie jednoczesnego wpływu odmiany miodu i kraju pochodzenia na zawartość badanych pierwiastków istotną interakcję wykazano jedynie w przypadku zawartości wapnia ($p \leq 0,05$).

5. Oceniane próby spełniały wymagania PN-88/A-77626 dotyczące dopuszczalnej zawartości miedzi i cynku, z wyjątkiem jednej próby miodu lipowego spoza Polski.

Literatura

- AKBULUT M., MUSA ÖZCAN M., ÇOKLAR H., 2009. Evaluation of antioxidant activity, phenolic, mineral contents and some physicochemical properties of several pine honeys collected from Western Anatolia. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60, 7: 577-589.
- ALMEIDA-SILVA M., CANHA N., GALINHA C., DUNG H.M., FREITAS M.C., SITO E.T., 2011. Trace elements in wild and orchard honeys. *Appl. Radiat. Isot.* 69: 1592-1595.
- ARŚLAWICZ A., 2007. Bezpieczny jak miód. *Bezp. Hig. Żywn.* 47, 6: 32-33.
- DAG A., AFİK O., YESELSON Y., SCHAFFER A., SHAFIR S., 2006. Physical, chemical and palynological characterization of avocado (*Persea americana* Mill.) honey in Israel. *Int. J. Food Sci. Technol.* 41: 387-394.
- GRABOWSKI P., BRATKOWSKI J., 2001. Produkty pszczele i skażenie środowiska. *Pszczelarstwo* 7: 4-5.
- GREMBECKA M., HENDOŹKO E., SZEFER P., 2007. Zawartość żelaza i magnezu w wybranych gatunkach miodów pszczelich. *Bromatol. Chem. Toksykol.* 40, 4: 325-328.
- KACANIOVA M., KNAZOVICKA V., MELICH M., FIKSELOVA M., MASSANYI P., STAWARZ R., HASICIK P., PECHOCIAK T., KUCZKOWSKA A., PUTALA A., 2009. Environmental concentration of selected elements and relation to physicochemical parameters in honey. *J. Environ. Sci. Health Part A* 44: 414-422.
- KUCUK M., KOLAYLI S., KARAOGLU S., ULUSOY E., BALTACI C., CANDAN F., 2007. Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chem.* 100: 526-534.
- LUTY J., 2010. Rodzaje i właściwości miodu pszczelego. *Miód – samo zdrowie. Bezp. Hig. Żywn.* 87, 10: 45-47.
- MADEJCZYK M., BARALKIEWICZ D., 2008. Characterization of Polish rape and honeydew honey according to their mineral contents using ICP-MS and F-AAS/AES. *Anal. Chim. Acta* 617: 11-17.
- MAJEWSKA E., KOWALSKA J., 2011. Badanie korelacji pomiędzy przewodnością elektryczną a zawartością popiołu w wybranych miodach pszczelich. *Acta Agrophys.* 17, 2: 369-376.
- NASIRUDDIN KHAN M., KAISER M., MUBASHIR RAZA S., REHMAN M., 2006. Physicochemical properties and pollen spectrum of imported and local samples of blossom honey from the Pakistani market. *Int. J. Food Sci. Technol.* 41: 775-781.

Kędzierska-Matyssek M., Litwińczuk Z., Koperska N., Barłowska J., 2013. Zawartość makro- i mikroelementów w miodach pszczelich z uwzględnieniem odmiany oraz kraju pochodzenia. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #31.

- PERNA A., SIMONETTI A., INTAGLIETTA I., SOFO A., GAMBACORTA E., 2012. Metal content of southern Italy honey of different botanical origins and its correlation with polyphenol content and antioxidant activity. *Int. J. Food Sci. Technol.* [<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.2012.03050.x/pdf> – online 12.06.2012].
- PN-88/A-77626. 1988. Miód pszczeli. Alfa, Warszawa.
- PRZYBYŁOWSKI P., WILCZYŃSKA A., 2001. Honey as an environmental marker. *Food Chem.* 74: 289-291.
- ROMAN A., POPIELA E., 2011. Studies of chosen toxic elements concentration in multiflower bee honey. *Potravinárstvo* 5: 67-69.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 10 lipca 2007 roku w sprawie znakowania środków spożywczych. 2007. Dz. U. 137, poz. 966.
- STARY M., KOWALSKI S., 2010. Miód – jego właściwości żywieniowe i zdrowotne. *Zdr. Żywn. Zdr. Styl Życia* 1: 14-18.
- STATISTICA. Data analysis software system, version 6. 2003. STATSOFT. [www.statsoft.com].
- TERRAB A., RECAMALES A.F., HERNANZ D., HEREDIA F.J., 2004. Characterisation of Spanish thyme honeys by their physicochemical characteristics and mineral contents. *Food Chem.* 88: 537-542.
- TUZEN M., SILICI S., MENDIL D., SOYLAĞ M., 2007. Trace element levels in honeys from different regions of Turkey. *Food Chem.* 103: 325-330.
- WILCZYŃSKA A., PRZYBYŁOWSKI P., STASIUK E., 2004. Zawartość żelaza w miodach pszczelich. *Rocz. PZH* 55, supl.: 81-84.

CONTENT OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN BEE HONEYS WITH REGARD TO VARIETY AND COUNTRY OF ORIGIN

Summary. In 2012, 46 samples of honeys were purchased at a retail network in the eastern Poland: coniferous honeydew (8), multifloral (8), buckwheat (12), linden (9) and robinia (9). These products came from Poland (25 samples) and other countries (21 samples). The content of K, Ca, Na, Mg, Fe and Zn was determined by Varian AA 240FS spectrometer using the flame technique. The content of Cu and Mn was determined by AA 240Z spectrometer (Varian) using the graphite furnace technique. The analysed minerals showed large differences in the content between individual samples, which was probably related to their different botanical origin. Evaluated honeys were characterised by the highest content of K, which accounted 82% of all investigated elements in the honey from Poland and 77% in honeys from other countries. Results showed a significant effect of the variety on the content of K ($p \leq 0.01$) and Na, Ca, Mn and Cu ($p \leq 0.05$). The results showed a significant ($p \leq 0.05$) influence of the country of origin on the content of Na which amounted 58.7 mg/kg in Polish honeys and 114.5 mg/kg in honeys from other countries. In the case of interaction of variety and country of origin, the significant correlation was observed only for the content of Ca ($p \leq 0.05$). Honeys purchased at the retail network in eastern Poland (except for one sample) meet the requirements for the allowable limit for Cu and Zn contamination.

Key words: bee honeys, macroelements, microelements, country of origin

Kędzierska-Matysek M., Litwińczuk Z., Koperska N., Barłowska J., 2013. Zawartość makro- i mikroelementów w miodach pszczelich z uwzględnieniem odmiany oraz kraju pochodzenia. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #31.

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Monika Kędzierska-Matysek, Katedra Towaroznawstwa i Przetwórstwa Surowców Zwierzęcych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Poland, e-mail: monikakedzierskamatysek@poczta.onet.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

15.05.2013

Do cytowania – For citation:

*Kędzierska-Matysek M., Litwińczuk Z., Koperska N., Barłowska J., 2013. Zawartość makro- i mikroelementów w miodach pszczelich z uwzględnieniem odmiany oraz kraju pochodzenia. *Nauka Przyr. Technol.* 7, 3, #31.*