

*Justyna Brzezicha-Cirocka, Anna Lebedzińska, Agnieszka Kuchta<sup>1)</sup>, Jakub Czaja, Magdalena Kamińska, Piotr Szefer*

## OCENA ZAWARTOŚCI ŻELAZA, CYNKU, MIEDZI I MANGANU W SUBSTYTUTACH MLEKA STOSOWANYCH W ŻYWIENIU WEGAN

Katedra i Zakład Bromatologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

Kierownik: prof. dr hab. *Piotr Szefer*

<sup>1)</sup> Zakład Chemii Klinicznej Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego

Kierownik: prof. dr hab. med. *Maciej Jankowski*

*Celem pracy była ocena zawartości żelaza, cynku, miedzi oraz manganu w produktach zastępujących nabiał, stosowanych w diecie wegańskiej. Analizę składu mineralnego wybranych substytutów mleka przeprowadzono metodą płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej (F-AAS). Obliczono również procent realizacji dziennego zapotrzebowania (RDA) na wybrane biopierwiastki.*

Hasła kluczowe: napoje sojowe, tofu, RDA, biopierwiastki.

Keywords: soy beverages, tofu, RDA, bioelements

Obecnie część społeczeństwa sugerując się motywami religijnymi, kulturowymi bądź zdrowotnymi ogranicza zakres wykorzystywanych pokarmów, poprzez wybór diet alternatywnych w porównaniu z tradycyjnym sposobem żywienia. Wśród tych diet można wyróżnić dietę wegańską, która jest radykalną odmianą wegetarianizmu, uznającą wyłącznie produkty pochodzenia roślinnego. Weganizm odgrywa istotną rolę w etiologii chorób cywilizacyjnych związanych z ograniczoną podażą tłuszczu, w tym cholesterolu, a zwiększoną ilością jedno- i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (1, 2). Stosowanie diety wegańskiej wymaga prawidłowo skomponowanego jadłospisu, by zapewnić zapotrzebowanie na wszystkie niezbędne składniki odżywcze. Składniki mineralne zawarte w produktach pochodzenia roślinnego mogą występować w połączeniach trudno przyswajalnych, dlatego taka dieta powinna być bardzo dobrze skomponowana (3, 4, 5).

Celem pracy była ocena zawartości wybranych biopierwiastków takich jak: Fe, Zn, Cu i Mn w produktach zastępujących nabiał, stosowanych w diecie wegańskiej.

### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 12 rodzajów produktów spożywczych, będących substytutami nabiału (tab. I), które zakupiono w na terenie Trójmiasta w 2013 i 2014 roku. Przygotowanie próbek do analizy obejmowało ich liofilizację (liofilizator Christ® Alpha 1–4 LD) oraz mineralizację w układzie zamkniętym (mineralizator

ETHOS One Milestone®). Przygotowane próbki poddano analizie na zawartość Fe, Zn, Cu i Mn i oznaczono metodą płomieniowej atomowej spektrometrii absorpcyjnej (F-AAS) (6). Poprzez analizę certyfikowanego materiału odniesienia Skim Milk Powder sprawdzono dokładność metody, która mieściła się w zakresie od 99 do 104% oraz precyzję równą 0,92-7,57%.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Uzyskane wyniki badań dotyczące zawartości badanych biopierwiastków przedstawiono w tab. I.

Tabela I. Zawartość biopierwiastków w napojach sojowych, ryżowych, owsianych, deserach oraz tofu [mg/100 g mokrej masy] ( $\bar{x} \pm SD$ )

Table I. The content of microelements in soy, rice and oatmeal drinks, desserts and tofu [mg/100 g wet weight] ( $\bar{x} \pm SD$ )

Produkt	Fe	Cu	Zn	Mn
Alpro Soya Oryginalny	0,32±0,15	0,06±0,001	0,16±0,001	0,09±0,001
Alpro Soya Unsweetened	1,29±0,11	0,11±0,001	0,28±0,02	0,17±0,001
Soyasun Drink Soya Calcium	0,17±0,003	0,06±0,001	0,14±0,02	0,07±0,001
Golden Soya	0,38±0,04	0,14±0,001	0,32±0,01	0,18±0,002
Natumi Reis Natural	0,59±0,02	0,08±0,0001	0,26±0,005	0,15±0,001
Valsoia Rys Riso E Benessere Rice Drink Bio	0,43±0,04	0,13±0,004	0,22±0,01	0,11±0,003
Oatly Oat drink	0,32±0,03	0,08±0,004	0,28±0,01	0,16±0,002
Valsoia Bonta'e salute La Creme choco	0,23±0,27	0,01±0,01	0,09±0,03	0,09±0,0001
Valsoia Bonta'e salute La Creme	0,18±0,1	0,01±0,008	0,08±0,04	0,09±0,002
Alpro Soya deser sojowy o smaku waniliowym	0,40±0,01	0,06±0,006	0,12±0,03	0,11±0,003
Tesco tofu sojowy twardy	4,13±0,15	0,32±0,005	1,59±0,03	0,60±0,009
Solida Food To-fu wędzone	2,17±0,11	0,33±0,009	1,24±0,02	0,77±0,005

Najwyższą zawartością badanych mikropierwiastków charakteryzowały się produkty sojowe. W serkach tofu oznaczono znacząco wyższe zawartości żelaza (4,13 i 2,17 mg w 100 g) i miedzi (0,32 i 0,33 mg w 100 g) w porównaniu z pozostałymi, badanymi produktami wegańskim. W napojach sojowych średnio oznaczono 0,54 mg Fe/100 g. Najwyższą zawartością Fe charakteryzował się napój sojowy Alpro Soya Unsweetened (1,29 mg/100 g). W produktach roślinnych żelazo występuje w formie żelaza niehemowego, które jest wrażliwe na działanie inhibitorów (wapń, cynk, fityniany, polifenole) i związków przyspieszających jego wchłanianie (7). Miedź, uczestniczy w wchłanianiu żelaza w przewodzie pokarmowym (5). W diecie wegańskiej ważne jest by dieta ta była bogata w żywność o różnorodnej zawartości analizowanych biopierwiastków, ze względu na ich synergistyczne i konkurencyjne

działanie względem siebie. Podobne wyniki dotyczące zawartości żelaza i miedzi w produktach sojowych (0,4-0,94 mg Fe/100 g oraz 0,03-0,13 mg Cu/100 g) uzyskali inni badacze (8). W badanych produktach sojowych oznaczono zawartość Zn i Mn, których najwyższą zawartość oznaczono w serkach tofu (1,59 i 1,24 mg Zn i 0,60 i 0,77 mg Mn w 100 g produktu). Napoje ryżowe i sojowe charakteryzowały się znacznie niższymi zawartościami żelaza (0,32-0,59 mg/100 g), miedzi (0,08-0,13 mg/100 g), cynku (0,22-0,28 mg/100 g) i manganu (0,11-0,16 mg/100 g) w porównaniu do serków sojowych.

Przeprowadzono ocenę przydatności produktów sojowych w realizacji dziennego zapotrzebowania (RDA) na badane biopierwiastki w odniesieniu do norm żywieniowych dla osób dorosłych w wieku 31–50 lat (9, 10). Największy procent realizacji RDA na badane biopierwiastki uzyskano dla produktów sojowych typu tofu (12,8–37,8%), a najmniejszy dla deserków (od 1,2 do 3,3%). Na podstawie danych literaturowych, stwierdza się, że wzajemny stosunek ilościowy poszczególnych składników mineralnych odgrywa istotną rolę w profilaktyce niedokrwistości (11). Stąd też ze względu na mniejszą biodostępność żelaza w diecie wegańskiej i obecność innych biopierwiastków hamujących jego przyswajanie tj. Zn czy Mn, zalecane jego spożycie dla wegan powinno być 1,8 razy większe niż w diecie nie wegan (12). Do obniżonego poziomu spożycia żelaza i miedzi może prowadzić podwyższony poziom cynku we krwi (13). Z kolei w badaniach na szczurach wykazano, że zbyt duża zawartość manganu w diecie może prowadzić do jego gromadzenia się i zwiększania w mózgu zawartości innych pierwiastków śladowych, tj. miedzi, chromu, cynku, kobaltu, glinu, molibdenu i wanadu. Związane jest to z gromadzeniem się Mn oraz Fe w zwojach mózgowych, przez co Mn może wchodzić w interakcje z enzymami zawierającymi Fe. Żelazo i Mn, jak również inne niezbędne metale są regulowane w obrębie ośrodkowego układu nerwowego poprzez receptory transferyny (TfR), podobnie jak transportery metali dwuwartościowych (DMT–1). Niedobór Fe zwiększa ilość TfR i DMT–1, co ułatwia wychwyt Mn. W konsekwencji prowadzi to do gromadzenia się Mn. Podobnie jest z innymi pierwiastkami, gdzie rozdział transporterów może powodować zachwianie równowagi Fe i/lub Mn (14).

Analizowane produkty sojowe charakteryzują się zróżnicowaną zawartością analizowanych biopierwiastków. Dieta wegan złożona z różnych produktów roślinnych, powinna zawierać produkty sojowe w celu zapewnienia odpowiedniego zapotrzebowania na badane biopierwiastki.

## WNIOSKI

1. Badane produkty sojowe (serki oraz napoje) są dobrem źródłem żelaza, cynku, miedzi i manganu, dzięki czemu mogą być zaliczone do produktów o prozdrowotnym oddziaływaniu na człowieka.
2. Serki sojowe typu *tofu*, mogą być zalecane jako źródło żelaza i miedzi w diecie wegan, złożonej z produktów pochodzenia roślinnego.

J. Brzezicha-Cirocka, A. Lebedzińska, A. Kuchta, J. Czaja,  
M. Kamińska, P. Szefer

## EVALUATION OF IRON, ZINC, COPPER AND MANGANESE IN MILK SUBSTITUTES IN VEGAN DIET

### Summary

The aim of the study was to evaluate and analyse iron, zinc, copper and manganese content in dairy products replacements used in the vegan diet. The analysis of selected milk substitutes mineral composition was performed by the flame atomic absorption spectrometry (FAAS). The percentage of recommended daily intake (RDA) for the selected microelements was also calculated and the comparison of milk substitutes and conventional dairy products mineral composition was made.

### PIŚMIENNICTWO

1. Bernard N.D., Cohen J., Jenkins D.J., Turner-McGrievy G., Gloede L., Jaster B., Seidl K., Green A.A., Talpers S. A low-fat vegan diet improves glycemic control and cardiovascular risk factors in a randomized clinical trial in individuals with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2006; 29(8): 1777-83.
2. Haddad E.H., Berk L.S., Kettering J.D., Hubbard R.W., Peters W.R. Dietary intake and biochemical, hematologic, and immune status of vegans compared with nonvegetarians. *Am. J. Clin. Nutr.* 1999; 70: 586-593.
3. Goff L.M., Bell J.D., So P.W., Dornhorst A., Frost G.S. Veganism and its relationship with insulin resistance and intramyocellular lipid. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2005; 59 (2): 291-298.
4. Kempniński R., Paradowski L. Wpływ diety wegetariańskiej na organizm człowieka. *Adv. Clin. Exp. Med.* 1998; 7 (4): 473-481.
5. Gajweska D. – red. Podstawy żywienia i dietoterapia. Wydawnictwo Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2011.
6. AOAC (2002) Official Method 999.01 Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron and Zinc in Foods Atomic Absorption Spectrometry.
7. American Dietetic Association: Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets. *J. Am. Diet. Assoc.* 2009; 1266-1282.
8. Llorent-Martinez E.J., Fernandez de Cordova A., Ruiz-Medina A., Ortega-Barrales P. Analysis of 20 trace and minor elements in soy and dairy yogurts by ICP-MS. *Microchem. J.* 2012; 102, 23-27.
9. Jarosz M. Normy żywienia dla populacji polskiej – nowelizacja. Wydawnictwo IŻŻ, Warszawa 2012.
10. American norms (2004, 2011). Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies.
11. Lebedzińska A., Kwoczek M., Marszałł M., Lipka B., P. Szefer. Ostrygi źródłem witamin grupy B i składników mineralnych. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2006; t. 39, supl.: 323-326.
12. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Wydawnictwo National Academies Press, Washington 2001.
13. Kumar N. Copper deficiency myelopathy (human swayback). *Mayo Clin Proc.* 2006; 81(10): 1371-1384.
14. Garcia S.J., Gellein K., Syversen T., Aschner M. Iron deficient and manganese supplemented diets alter metals and transporters in the developing rat brain. *Toxicol. Sci.* 2007; 95(1): 205-214.

Adres: 80-416 Gdańsk, Al. Gen. J. Hallera 107