

Zbigniew Krejpcio^{1,2}, Joanna Suliburska¹, Andrzej K. Hyżyk²,
Stanisław Dyba², Agnieszka Grochowicz

OCENA ZAWARTOŚCI I POTENCJALNEJ BIODOSTĘPNOŚCI SKŁADNIKÓW MINERALNYCH Z ŻYWNOŚCI DLA DIABETYKÓW

¹Zakład Higieny i Toksykologii Żywności, Katedra Higieny Żywienia Człowieka
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

Kierownik: prof. dr hab. J. Jeszka

²Wyższa Szkoła Zdrowia, Urody i Edukacji w Poznaniu

Kanclerz: A. Goc

Celem pracy była ocena zawartości i potencjalnej biodostępności składników mineralnych (Ca, Mg, Fe, Zn i Cu) z 7 produktów spożywczych przeznaczonych dla diabetyków. Zawartość składników mineralnych oznaczono po uprzedniej mineralizacji próbek na sucho metodą AAS, a potencjalną biodostępność obliczono na podstawie ilości składników uwolnionych w procesie trawienia enzymatycznego in vitro. Stwierdzono, że zarówno zawartość jak i potencjalna biodostępność Ca, Mg, Fe, Zn i Cu w produktach dla cukrzyków były bardzo zróżnicowane i zależały od rodzaju analizowanego pierwiastka oraz rodzaju i składu surowcowego tych produktów.

Hasła kluczowe: składniki mineralne, zawartość, biodostępność, produkty dla diabetyków

Key words: minerals, content, bioavailability, foods for diabetics

Obserwowany od wielu lat rosnący postęp cywilizacyjny i wzrost ogólnego dobrobytu nie przekładają się w sposób bezpośredni na poprawę zdrowotności społeczeństw. Zjawiskiem niepokojącym jest stale rosnąca zachorowalność na choroby dietozależne, do których zalicza się m.in. choroby związane z nieprawidłowym metabolizmem węglowodanów i lipidów (otyłość, cukrzyca, choroba niedokrwienna serca). Istotne znaczenie w zapobieganiu i wspomaganiu leczenia tych schorzeń przypisuje się prawidłowej diecie z ograniczoną podażą węglowodanów prostych i tłuszczu. W celu zaspokojenia potrzeb żywieniowych osób zagrożonych lub cierpiących na w.w. schorzenia, na rynku żywności pojawiły się środki spożywcze specjalnego przeznaczenia żywieniowego (SSSPZ), a wśród nich produkty spożywcze dla osób z zaburzeniami metabolizmu węglowodanów (1,2). Konieczność modyfikacji składu żywności przeznaczonej dla osób z zaburzeniami metabolizmu węglowodanów pociąga za sobą zmianę profilu lub biodostępności składników mineralnych z tych produktów.

Wcześniejsze prace autorów tego zespołu wykazały, że zawartość i biodostępność względna składników mineralnych z surowców i produktów roślinnych (różnych

rodzajów orzechów, ziaren zbóż, kasz, nasion łubinu, itd.) zależy od wielu czynników, w tym od: rodzaju użytego surowca (gatunek, odmiana, pochodzenie), stopnia oczyszczenia oraz rodzaju obróbki technologicznej lub kulinarnej (3, 4). Do czynników ograniczających wchłanianie składników mineralnych z przewodu pokarmowego należą związki zawarte w matrycy roślinnej, takie jak: szczawiany, fityniany, związki polifenolowe, błonnik pokarmowy, które wiążą lub chelatują jony metali w formach trudno rozpuszczalnych (5-11). W piśmiennictwie istnieje niewiele danych na temat składu mineralnego żywności specjalnego przeznaczenia żywieniowego, dlatego celem tej pracy była ocena zawartości i potencjalnej biodostępności Ca, Mg, Fe, Zn i Cu w grupie 7 produktów o obniżonej zawartości węglowodanów prostych, przeznaczonych dla diabetyków.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem do badań było 7 wybranych produktów z grupy żywności przeznaczonej dla diabetyków, takie jak: Dietto wafle bezcukrowe, Ciastka kruche Dietto bezcukrowe, Amarantuski orzechowe, Wafelki kakaowe bezcukrowe, Podpłomyki fitness, Ciasteczka owsiano-imbirowe i Chrupki gryczane. Produkty te zakupiono w handlu detalicznym w okresie jesiennym 2010 r., w ilości po 3 opakowania jednostkowe z każdego asortymentu. Z każdego asortymentu produktów przygotowano średnią próbkę laboratoryjną, z której pobierano naważki jednakowe naważki (2g) do analiz mineralnych. Zawartość suchej masy oznaczono metodą suszarkową (w temperaturze 105°C).

Zawartość składników mineralnych (Ca, Mg, Fe, Zn i Cu) w próbkach produktów (Z), wyrażonej w mg% s.m., oznaczono po uprzedniej ich mineralizacji w piecu muflowym (450°C) i rozpuszczeniu popiołu w 1 n HNO₃, metodą płomieniową AAS (spektrometr AAS-3 Zeiss z BC).

Potencjalną biodostępność względną składników mineralnych (B), wyrażoną w %, czyli stopień ich uwolnienia w warunkach trawienia enzymatycznego *in vitro* (U), wyrażono w stosunku do ich całkowitej zawartości w produkcie (Z), wg wzoru:

$$B (\%) = U/Z \cdot 100\%$$

Procedurę trawienia enzymatycznego *in vitro* przeprowadzono wg metody opisanej przez *Skibniewską* i wsp. (8), z zastosowaniem własnej modyfikacji (3,4). Oznaczona na podstawie wielkości odzysku dokładność metody wynosiła, w zależności od rodzaju pierwiastka od 93% (Mg) do 102% (Fe). Wyniki zawartości i potencjalnej biodostępności składników mineralnych wyrażono w postaci średnich arytmetycznych i odchylenia standardowego (SD), obliczonych dla 5 równoległych powtórzeń, które przedstawiono w tabeli 1. Wyniki oceniono statystycznie przy użyciu testu *Tukey'a*, przy poziomie istotności $p < 0,05$. Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano przy użyciu programu komputerowego STATISTICA ver. 6.0.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Produktami o stosunkowo wysokiej zawartości Ca były: Dietto wafle bezcukrowe, Wafelki kakaowe bezcukrowe i Amaratuski (odpowiednio: 169,51; 87,72 i 79,82 mg%). Najmniej Ca zawierały natomiast Chrupki gryczane (8,64 mg%). Najwięcej Mg zawierały Amaratuski orzechowe i Chrupki gryczane (ponad 100 mg%) a najmniej Ciastka kruche Dietto bezcukrowe (13,41 mg%). Najwyższe poziomy Fe oznaczono w Amaratuskach orzechowych i Ciastkach owsiano-imbrowych (9,65 i 6,32 mg%). Najniższe zaś w Podpłomykach fitness i Ciastkach kruchych Dietto bezcukrowych (1,41 i 1,03 mg%). Najwięcej Zn (ponad 2 mg%) zawierały Chrupki gryczane, Wafelki kakaowe bezcukrowe i Ciasteczka owsiano-imbrowe, najmniej zaś (poniżej 1 mg%) Ciastka kruche Dietto bezcukrowe i Dietto wafle bezcukrowe. Najwięcej Cu zawierały Amaratuski orzechowe i Chrupki gryczane (0,56 i 0,35 mg%) a najmniej Ciastka kruche Dietto bezcukrowe (0,07 mg%). Najwyższą biodostępnością względną (B) Ca charakteryzowały się Ciastka kruche Dietto bezcukrowe (63,8%), nieco niższą Podpłomyki fitness (57,08%) i Ciastka owsiano-imbrowe (54,92%), a najniższą natomiast Chrupki gryczane (6,09%). Wysoką, ponad 50% biodostępnością względną Mg odznaczały się: Ciastka kruche Dietto bezcukrowe (78,36%), Ciastka owsiano-imbrowe (67,8%), Wafelki kakaowe bezcukrowe (64,68%), Podpłomyki fitness (55,17%) i Dietto wafle bezcukrowe (51,15%) a najniższą Chrupki gryczane (16,98%). Najwyższą biodostępnością względną Fe odznaczały się Ciastka kruche Dietto bezcukrowe (39,02%), Podpłomyki fitness (32,32%) i Chrupki gryczane (27,27%), a najniższą Dietto wafle bezcukrowe (8,25%). Wysoką, ponad 50% biodostępnością względną Zn charakteryzowały się: Ciastka owsiano-imbrowe (70,33%), Podpłomyki fitness (69,83%), Wafelki kakaowe bezcukrowe (67,4%± 0,48) i Ciastka kruche Dietto bezcukrowe (65,15%) a najmniejszą Chrupki gryczane (20,76%). Wysoką, ponad 50% biodostępność względną Cu stwierdzono dla: Ciastek owsianych (66,12%), Wafelków kakaowych bezcukrowych (64,92%), Podpłomyków fitness (61,17%) i Chrupek gryczanych (53,97%), a najmniejszą dla Dietto wafli bezcukrowych (39,76%). Nie stwierdzono prostej zależności pomiędzy zawartością a wskaźnikiem biodostępności względnej dla analizowanych składników mineralnych w produktach dla diabetyków. Z dostępnej literatury przedmiotu (3-11) wynika, że nie ma prostej zależności pomiędzy zawartością a wskaźnikiem biodostępności względnej dla analizowanych składników mineralnych w produktach spożywczych. Biodostępność ta zależy do szeregu czynników, w tym od: rodzaju form chemicznych w jakich składniki mineralne występują oraz od obecności w matrycy żywności substancji wiążących jony metali.

Tab e l a 1 . Zawartość (Z) i potencjalna biodostępność względna (B) składników mineralnych w produktach dla diabetyków

Table 1. The content (Z) and potential bioavailability (B) of minerals in food products for diabetics

Produkt Food product	Wskaźnik (jednostka) Index(unit)	Składnik mineralny/Minerals [x ^{sr} ± SD]				
		Ca	Mg	Fe	Zn	Cu
Dietto wafle bezcukrowe	Z (mg%)	169,51 ± 3,12 ^f	26,53 ± 0,25 ^b	2,86 ± 0,09 ^b	0,68 ± 0,01 ^a	0,24 ± 0,00 ^c
	B (%)	28,93 ± 0,13 ^c	51,15 ± 2,42 ^c	8,25 ± 0,40 ^A	35,83 ± 0,26 ^B	39,76 ± 3,42 ^A
Ciastka kruche Dietto bezcukrowe	Z (mg%)	23,12 ± 0,14 ^b	13,41 ± 0,19 ^a	1,03 ± 0,00 ^a	0,46 ± 0,00 ^a	0,07 ± 0,00 ^a
	B (%)	63,80 ± 1,19 ^E	78,36 ± 1,42 ^E	39,02 ± 2,15 ^E	65,15 ± 1,02 ^D	45,40 ± 7,46 ^B
Amarantuski orzecho- we	Z (mg%)	79,82 ± 7,11 ^e	107,16 ± 0,28 ^d	9,65 ± 0,09 ^d	1,56 ± 0,08 ^b	0,56 ± 0,00 ^e
	B (%)	14,58 ± 2,58 ^B	37,78 ± 0,26 ^B	21,66 ± 0,08 ^C	49,54 ± 1,41 ^C	45,12 ± 1,48 ^B
Wafelki kakaowe bezcukrowe	Z (mg%)	87,72 ± 1,26 ^e	38,66 ± 0,60 ^c	2,48 ± 0,03 ^b	2,15 ± 0,07 ^c	0,19 ± 0,01 ^b
	B (%)	19,71 ± 0,62 ^B	64,68 ± 2,03 ^D	18,87 ± 1,91 ^B	67,40 ± 0,48 ^D	64,92 ± 7,91 ^E
Podplomyki fitness	Z (mg%)	66,14 ± 1,35 ^d	16,04 ± 0,21 ^a	1,41 ± 0,07 ^a	1,73 ± 0,02 ^b	0,19 ± 0,00 ^b
	B (%)	57,08 ± 0,06 ^D	55,17 ± 1,85 ^C	32,32 ± 2,06 ^D	69,83 ± 3,99 ^D	61,17 ± 7,64 ^D
Ciasteczka owsiano-imbrowe	Z (mg%)	37,77 ± 0,27 ^c	25,47 ± 0,29 ^b	6,32 ± 0,17 ^c	2,18 ± 0,03 ^c	0,13 ± 0,00 ^b
	B (%)	54,92 ± 2,37 ^D	67,80 ± 2,38 ^D	11,28 ± 6,72 ^{AB}	70,33 ± 3,19 ^D	66,12 ± 1,30 ^E
Chrupki gryczane	Z (mg%)	8,64 ± 0,25 ^a	106,16 ± 1,34 ^d	2,31 ± 0,02 ^b	2,87 ± 0,02 ^d	0,35 ± 0,01 ^d
	B (%)	6,09 ± 0,20 ^A	16,98 ± 1,40 ^A	27,27 ± 0,13 ^{CD}	20,76 ± 2,84 ^A	53,97 ± 6,83 ^C

a, A - wartości liczbowe oznaczone odmiennymi indeksami literowymi w kolumnie różnią się statystycznie przy p < 0,05.; a, A - digital values marked with letter superscripts in a column differ statistically at p < 0.05.

WNIOSKI

1. Zawartość Ca, Mg, Fe, Zn i Cu w produktach dla diabetyków jest bardzo zróżnicowana i zależy od rodzaju produktu i jego składu surowcowego.

2. Potencjalna biodostępność względna składników mineralnych z produktów spożywczych, jak wynika z uzyskanych danych oraz źródeł literaturowych, waha się w szerokich granicach i zależy do rodzaju form chemicznych w jakich one występują w matrycy oraz obecności substancji wiążących jony metali.

Z. Krejpcio, J. Suliburska, A. K. Hyżyk,
S. Dyba, A. Grochowicz

EVALUATION OF THE CONTENT AND POTENTIAL BIOAVAILABILITY OF MINERALS FROM FOODS FOR DIABETICS

Summary

The objectives of this study was to evaluate the content and the potential bioavailability of minerals (Ca, Mg, Fe, Zn and Cu) from 7 food products for diabetics. The content of minerals was determined after dry mineralization by the AAS method, while the potential bioavailability was calculated on the basis of the amount of minerals released during enzymatic digestion in vitro. It was found that both the content and the potential bioavailability of Ca, Mg, Fe, Zn i Cu were highly variable and depended on the kind of an element, type of food product and its composition.

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 października 2007 r. w sprawie środków spożywczych specjalnego przeznaczenia żywieniowego. (Dz.U. 2007 nr 209 poz. 1518) – 2. Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U. z dnia 27 września 2006 r.). – 3. *Suliburska J., Krejpcio Z.*: Evaluation of the content and bioaccessibility of iron, zinc, calcium and magnesium from groats, rice, leguminous grains and nuts. *J Food Sci Technol.* (DOI 10.1007/s13197-011-0535-5). – 4. *Suliburska J., Krejpcio Z., Lampart-Szczapa E., Wójcicki R.W.*: Effect of fermentation and extrusion on the release of selected minerals from lupine grain preparations. *Acta Sci Pol Technol Aliment.* 2009; 8(3): 87–96. – 5. *Oatway L., Vasanthan T., Helm J.H.*: Phytic acid. *Food Rev Internat.* 2009; 17:419–431. – 6. *Ou K., Cheng Y., Xing Y., Lin L., Nout R., Liang J.*: Phytase activity in brown rice during steeping and sprouting. *J Food Sci Technol.* 2011; 48:598–603. – 7. *Sandberg A.S.*: Bioavailability of minerals in legumes. *Br J Nutr.* 2002; 88:S281–S285. – 8. *Skibniewska K., Kozirok W., Fornal L., Markiewicz K.*: In vivo availability of minerals from oat products. *J Sci Food Agric.* 2002; 82:1676–1681. – 9. *Gibson R.S., Bailey K.B., Gibbs M., Ferguson E.L.*: A review of phytate, iron, zinc, and calcium concentrations in plant-based complementary foods used in low-income countries and implications for bioavailability. *Food Nutr Bull.* 2010; 31:S134–S146. – 10. *Hurrell R.F.*: Influence of vegetable protein sources on trace element and mineral bioavailability. *J Nutr.* 2003; 133:2973S–2977S. – 11. *Karamac M., Kosinska A., Rybarczyk A., Pegg R.B.*: Fe(II), Cu(II) and Zn(II) chelating activity of buckwheat and buckwheat groats tannin fractions. *Pol J Food Nutr Sci.* 2007; 57:357–362.