

## OCENA WYBRANYCH PRODUKTÓW ZBOŻOWYCH JAKO ŹRÓDŁA TIAMINY I NIACYNY W DIECIE

### EVALUATION OF SELECTED CEREAL PRODUCTS AS A SOURCE OF THIAMINE AND NIACIN IN DIET

*Jakub Czaja, Anna Lebedzińska, Alicja Dawidowska, Karolina Panasiuk, Piotr Szefer*

Katedra i Zakład Bromatologii, Gdański Uniwersytet Medyczny

**Słowa kluczowe:** *tiamina, niacyna, makaron, ryż*

**Key words:** *thiamine, niacin, pasta, rice*

#### STRESZCZENIE

**Wprowadzenie.** Produkty zbożowe nisko przetworzone, charakteryzujące się wysoką zawartością błonnika i witamin grupy B oraz niskim indeksem glikemicznym powinny być podstawą diety współczesnego człowieka. Tiamina (witamina B<sub>1</sub>) i niacyna (witamina PP) regulują przebieg procesów energetycznych, funkcjonowanie układu nerwowego oraz krwionośnego, ponadto pełnią funkcję kofaktorów licznych enzymów w organizmie człowieka.

**Cel.** Celem badań było zbadanie i ocena zawartości tiaminy i niacyny w wybranych gatunkach makaronów i ryżu.

**Material i metoda.** Materiał do badań stanowiło 11 rodzajów makaronów i 11 rodzajów ryżu, które zakupiono w gdańskiej sieci placówek handlowych. Oznaczanie przeprowadzono z wykorzystaniem techniki wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) z detekcją UV-VIS. W analizie wykorzystano połączoną technikę hydrolizy kwaśnej i enzymatycznej w celu optymalnej ekstrakcji badanych witamin z próbek badanych produktów spożywczych. Zawartość tiaminy oznaczono przy długości fali 254 nm, natomiast niacyny przy długości fali 258 nm.

**Wyniki.** Wykazano, iż najlepszym źródłem tiaminy i niacyny jest ryż dziki (odpowiednio 0,59±0,02 mg i 6,13±0,06 mg) podczas gdy najniższą zawartość badanych witamin stwierdzono we wzbogacanym makaronie świdy (odpowiednio 0,06±0,01 mg i 0,42±0,02 mg). Wykazano, iż średnia zawartość witaminy B<sub>1</sub> i witaminy PP była nieznacznie wyższa w badanych gatunkach ryżu w stosunku do średniej zawartości w witamin w analizowanych makaronach.

**Wnioski.** Zbadane produkty zbożowe charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością tiaminy i niacyny. Wyższą zawartość witamin stwierdzono w badanych gatunkach ryżu w porównaniu z makaronami. Wykazano, iż najbogatszym źródłem tiaminy oraz niacyny jest ryż dziki.

#### ABSTRACT

**Background.** The priority of the modern diet should be as follows, low processed cereal products that contain high level fiber and vitamins B as well as the products that have low glycemic index. The best source of thiamine and niacin are grain food products which regulate body energy balance, nervous system, circulation as well as fulfill the role as cofactors of enzymes in the human body.

**Objective.** The purpose of this study was to determine and evaluate the concentration of thiamine and niacin in selected cereal products.

**Material and Method.** Eleven kinds of pasta and rice were used in this studies. Thiamine and niacin were determined in the free form. During the analytical process the acid hydrolysis and enzymatic technique were used. The HPLC method with ultraviolet for determination of thiamine and niacin were applied. The content of thiamine was determined by the length of the 254 nm and niacin 258 nm waves in various cereal products.

**Results.** The obtained results shown that the best source of thiamine and niacin was wild rice (0.59 ± 0.02 mg and 6.13 ± 0.06 mg respectively) while the lowest content of analyzed vitamins was in the examined vitamin-enriched pasta bits (0.06 ± 0.01 mg and 0.42 ± 0.02 mg).

**Conclusions.** The analyzed cereal products were characterized by a variable content of tested vitamins. The most significant amount of vitamins B is higher in the examined rice than pasta. It was shown that the richest source of thiamine and niacin was the wild rice.

Praca została zrealizowana w ramach projektu badawczego Nr N N404 047036 finansowanego przez MNiSW.

**Adres do korespondencji:** Anna Lebedzińska, Katedra i Zakład Bromatologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego, 80-416 Gdańsk, ul. Hallera 107, tel. +48 58 349 31 11, fax +48 58 349 31 10, e-mail: aleb@gumed.edu.pl

## WSTĘP

Witaminy z grupy B są koenzymami i kofaktorami przemian metabolicznych zachodzących w organizmie człowieka. Pirofosforan tiaminy (TPP) będący biologicznie aktywną formą koenzymatyczną witaminy B<sub>1</sub> i dinukleotyd nikotynamido–adeninowy (NAD<sup>+</sup>) oraz fosforan dinukleotydu nikotynamido–adeninowego (NADP<sup>+</sup>) będące aktywnymi formami niacyny regulują przebieg procesów energetycznych ustroju, wpływają na sprawność działania układu nerwowego, układu krwionośnego, jak również regulują gospodarkę hormonalną organizmu człowieka [1, 6, 8, 10, 12]. TPP jest m.in. koenzymem trzech najważniejszych dehydrogenaz biorących udział w przemianach energetycznych ustroju: dehydrogenazy pirogronianowej, dehydrogenazy α-ketoglutaranowej oraz dehydrogenazy α-ketokwasów. NAD<sup>+</sup> oraz NADP<sup>+</sup> są natomiast niezbędne w przemianach energetycznych związanych z metabolizmem aldehydu 3 – fosfoglicerynowego, pirogronianu, mleczanu, *alfa*-ketoglutaranu, kwasu 3- hydroksymasłowego oraz glukozy-6-fosforanu [8, 20]. Odpowiednia podaż tiaminy i witaminy PP wraz z dietą zapewnia prawidłowe funkcjonowanie organizmu zapobiegając rozwojowi przewlekłych chorób dietozależnych oraz powstawaniu wad rozwojowych i dysfunkcji umysłowych [1, 2, 5, 17-19, 23, 25].

Produkty zbożowe, a wśród nich makaron i ryż, powinny stanowić podstawę właściwie skomponowanej diety [27]. W latach 1999 - 2009 średnie miesięczne spożycie makaronu i ryżu przez przeciętnego mieszkańca Polski wynosiło odpowiednio od 0,32 – 0,36 kg makaronu oraz 0,2 – 0,22 kg ryżu [11, 21, 22]. Posiłki, w skład których wchodzi makaron i ryż stanowią nie tylko dobre źródło skrobi, ale i witamin z grupy B, a zwłaszcza tiaminy i niacyny [9, 10, 12, 28].

Celem pracy było zbadanie i ocena zawartości tiaminy (witaminy B<sub>1</sub>) i niacyny (witaminy PP) w wybranych gatunkach makaronów i ryżu.

## MATERIAŁ I METODA

Materiał do badań stanowiło 11 rodzajów makaronów i 11 rodzajów ryżu, które zakupiono w gdańskiej sieci placówek handlowych. Analizowany materiał, po rozdrobnieniu, poddano hydrolizie kwaśnej i enzymatycznej. Hydrolizę kwaśną prowadzono z wykorzystaniem 0,1n kwasu solnego, natomiast hydrolizę enzymatyczną z użyciem papainy i diastazy. W ekstrakcie oznaczono zawartość badanych witamin techniką wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) z detekcją UV, opierając się na metodzie wg *Lebedzińskiej* i wsp. (modyfikacje własne) przy oznaczaniu tiaminy (witaminy B<sub>1</sub>) [14, 15]

oraz metodach *Eitenmiller & Landen* (modyfikacje własne) przy oznaczaniu niacyny [7]. Zastosowane warunki oznaczeń tiaminy i niacyny przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Warunki chromatograficzne w oznaczeniach tiaminy i niacyny w badanych próbkach makaronu i ryżu

Chromatographic conditions used in determination of thiamine and niacin content in the analyzed samples of pasta and rice

Warunki	Tiamina	Niacyna
Długość fali [nm]	254	258
Temperatura oznaczeń [° C]	25	25
Prędkość przepływu [mL/min]	0,8	1,0
Skład fazy ruchomej	95 % 30 mmol/L buforu fosforanowego (pH=4,5) : 5% metanolu	80% 10,9 mmol/L buforu fosforanowego (pH=2,4) : 20% metanolu

Dokładność zastosowanych metod sprawdzono poprzez oznaczenie zawartości tiaminy w certyfikowanym materiale odniesienia CRM 121 Wholemeal Flour oraz niacyny w próbkach mąk wzbogacanych roztworem kwasu nikotynowego. Uzyskano satysfakcjonującą dokładność (dla tiaminy 84,3% i dla niacyny 90,1%) oraz precyzję pomiarów analitycznych.

## WYNIKI

Wyniki oznaczania zawartości tiaminy i niacyny w badanych rodzajach makaronów i ryżu przedstawiono w tabeli 2.

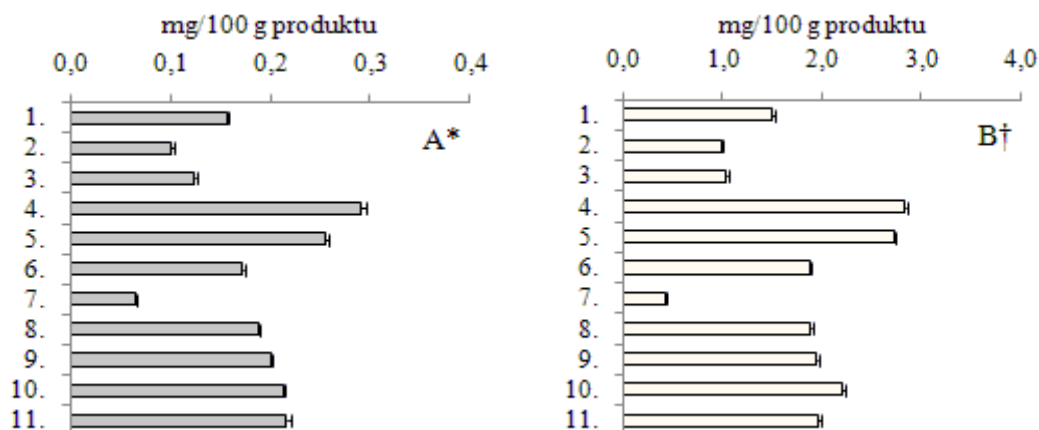
Zawartość oznaczanych witamin w badanych rodzajach makaronu i ryżu była zróżnicowana. Wśród analizowanych makaronów najwyższą średnią zawartość tiaminy i niacyny wynoszącą odpowiednio: 0,29 mg/100 g i 2,83 mg/100 g stwierdzono w makaronie razowym bezjajecznym. Najniższą zawartością tiaminy i niacyny wynoszącą odpowiednio: 0,065 mg/100 g i 0,42 mg/100 g charakteryzował się makaron świdry „wzbogacany” (Tab. 2 i Ryc. 1).

Analiza zawartości witamin z grupy B w poszczególnych rodzajach makaronu wykazała różnice istotne statystycznie, zarówno w zawartości tiaminy ( $p = 0,0005$ ), jak i zawartości niacyny ( $p = 0,0005$ ).

Zawartość tiaminy i niacyny w różnych rodzajach ryżu przedstawiono na Ryc. 2 i w tabeli 2. Badane gatunki ryżu charakteryzowały się nieznacznie wyższą zawartością analizowanych witamin w stosunku do badanych makaronów. Najwyższą średnią zawartość tiaminy i niacyny wynoszącą odpowiednio: 0,588

Tabela 2. Porównanie zawartości tiaminy i niacyny w badanych rodzajach makaronu i ryżu (test *Kruskala-Wallisa*,  $p < 0,05$ )  
The comparison of the analyzed thiamine and niacin content in the examined kinds of pasta and rice (*Kruskal-Wallis* test,  $p < 0,05$ )

Rodzaj makaronu	Tiamina [mg/100g]	Niacyna [mg/100g]	Rodzaj ryżu	Tiamina [mg/100g]	Niacyna [mg/100g]
Luksusowy jajeczny	0,16 ± 0,01 (0,15-0,16)	1,49 ± 0,03 (1,47-1,52)	Jaśminowy	0,16 ± 0,01 (0,16-0,17)	1,98 ± 0,04 (1,94-2,02)
Krajaneczka jajeczna	0,10 ± 0,01 (0,098-0,10)	0,98 ± 0,02 (0,97-1,00)	Biały długoziarnisty	0,18 ± 0,02 (0,16-0,19)	2,14 ± 0,02 (2,12-2,16)
Spagetti bezjajeczny	0,12 ± 0,01 (0,12-0,13)	1,05 ± 0,02 (1,03-1,06)	Naturalny brązowy	0,23 ± 0,01 (0,23-0,24)	2,53 ± 0,02 (2,51-2,56)
Razowy bezjajeczny	0,29 ± 0,01 (0,28-0,30)	2,85 ± 0,03 (2,83-2,89)	Dziki	0,59 ± 0,02 (0,57-0,60)	6,13 ± 0,06 (6,07-6,18)
Świdry pełnoziarnisty	0,25 ± 0,01 (0,25-0,26)	2,72 ± 0,02 (2,71-2,75)	Dziki i parboiled	0,22 ± 0,01 (0,21-0,23)	2,48 ± 0,04 (2,45-2,53)
Świdry bezjajeczny	0,17 ± 0,01 (0,17-0,18)	1,90 ± 0,01 (1,90-1,91)	Parboiled	0,21 ± 0,01 (0,21-0,22)	2,10 ± 0,01 (2,08-2,11)
Świdry wzbogacany	0,06 ± 0,01 (0,06-0,67)	0,42 ± 0,02 (0,41-0,44)	Gold parboiled	0,19 ± 0,01 (0,18-0,19)	1,83 ± 0,01 (1,82-1,85)
Papardele jajeczny	0,19 ± 0,01 (0,18-0,19)	1,89 ± 0,01 (1,89-1,91)	Basmati	0,17 ± 0,01 (0,16-0,18)	2,34 ± 0,03 (2,32-2,38)
Włoski ze szpinakiem	0,20 ± 0,01 (0,20-0,21)	1,96 ± 0,02 (1,95-1,98)	Amerykański	0,16 ± 0,01 (0,15-0,16)	2,07 ± 0,06 (2,02-2,12)
Ze szpinakiem i pomidorami	0,21 ± 0,01 (0,21-0,22)	2,20 ± 0,03 (2,17-2,23)	Do sushi	0,16 ± 0,01 (0,15-0,16)	1,50 ± 0,04 (1,47-1,55)
Z czosnkiem i bazylią	0,22 ± 0,01 (0,21-0,22)	1,96 ± 0,03 (1,93-1,99)	Tajlandzki czerwony	0,23 ± 0,01 (0,22-0,23)	2,27 ± 0,02 (2,24-2,28)
Wartość średnia	0,18±0,06 (0,06-0,30)	1,77 ± 0,71 (0,41-2,87)	Wartość średnia	0,28±0,12 (0,15-0,60)	2,49±1,20 (1,46-6,18)
Poziom istotności	$p < 0,0005$	$p < 0,0005$	Poziom istotności	$p < 0,0008$	$p < 0,0005$

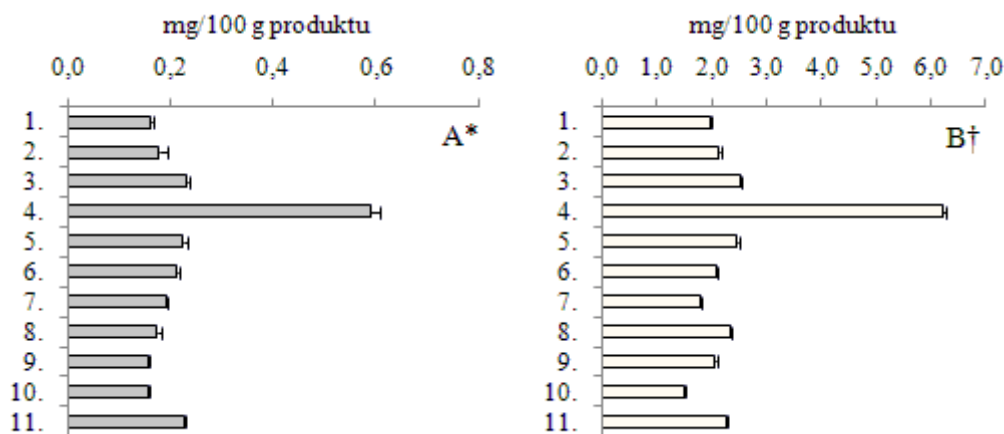


1 - luksusowy jajeczny, 2 – krajaneczka jajeczna, 3 – spaghetti bezjajeczny, 4 – razowy bezjajeczny, 5 – świdry pełnoziarnisty, 6 – świdry bezjajeczny, 7 – świdry wzbogacany, 8 – papardele jajeczny, 9 – ze szpinakiem, 10 – ze szpinakiem i pomidorami, 11 – z czosnkiem i bazylią

\*- różnice statystycznie istotne w zawartości tiaminy pomiędzy badanymi rodzajami makaronu

†- różnice statystycznie istotne w zawartości niacyny pomiędzy badanymi rodzajami makaronu

Ryc. 1. Zawartości tiaminy (A) i niacyny (B) w badanych rodzajach makaronu (test *Kruskala-Wallisa*,  $p < 0,05$ )  
The comparison of thiamine (A) and niacin (B) content in the examined kinds of pasta (*Kruskal-Wallis* test,  $p < 0,05$ )



1 – jaśminowy, 2 – biały długoziarnisty, 3 – naturalny brązowy, 4 – dziki, 5 –dziki i parboiled, 6 – parboiled, 7 – gold parboiled, 8 – Bastmati, 9 – amerykański, 10 –do sushi, 11 – tajlandzki czerwony

\*- różnice statystycznie istotne w zawartości tiaminy pomiędzy badanymi rodzajami ryżu

†- różnice statystycznie istotne w zawartości niacyny pomiędzy badanymi rodzajami ryżu

Ryc. 2. Zawartość tiaminy (A) i niacyny (B) w badanych rodzajach ryżu (test *Kruskalla- Wallisa*,  $p < 0,05$ ).

The comparison of thiamine (A) and niacin (B) content in the examined kinds of rice (*Kruskal-Wallis* test,  $p < 0,05$ ).

mg/100 g i 6,21 mg/100 g oznaczono w ryżu dzikim. Najniższą średnią zawartością tiaminy i niacyny wynoszącą odpowiednio: 0,158 mg/100 g i 1,49 mg/100 g charakteryzował się ryż do sushi.

Analiza porównawcza wyników zawartości witamin z grupy B w poszczególnych gatunkach ryżu, podobnie jak w przypadku analizowanych makaronów, wykazała różnice statystycznie istotne zarówno pomiędzy zawartością tiaminy ( $p = 0,0008$ ), jak i zawartością niacyny ( $p = 0,0005$ ).

## DYSKUSJA

Uzyskane w niniejszych badaniach wyniki różniły się od zawartości tiaminy i niacyny w ryżu białym i brązowym oraz w makaronach od wykazanych przez *Kunachowicz* i wsp. [13] w tabelach składu i wartości odżywczej produktów. Zawartość tiaminy i niacyny w ryżu białym według *Kunachowicz* i wsp. wynosiła odpowiednio 0,052 mg/100g i 0,82 mg/100g i była niższa niż stwierdzono w niniejszych badaniach. Natomiast w przypadku ryżu brązowego *Kunachowicz* i wsp. podają wyższe zawartości tiaminy i niacyny, odpowiednio 0,48 mg/100 g i 4,7 mg/100g w stosunku do oznaczonych w niniejszych badaniach. Zawartość tiaminy w różnych rodzajach makaronów, według tych samych autorów, wahała się w granicach 0,12-0,16 mg/100g produktu, co jest wartością zbliżoną do oznaczeń tiaminy uzyskanych w niniejszych badaniach. Zawartość niacyny, według *Kunachowicz* i wsp., wahała się w zakresie 0,73-0,98 mg/100g produktu, co jest wartością prawie 3-krotnie niższą od zawartości niacyny oznaczonej w badanych makaronach.

Uzyskane wyniki wykazują również różnice w zawartości tiaminy i niacyny w ryżach oraz makaronach podawanych przez *Souchi* i wsp. [24] i w tabelach amerykańskich [26] w stosunku do oznaczonych zawartości witamin z grupy B w badanych produktach zbożowych.. W przypadku ryżu białego w tabelach [24] podano, iż 100 g produktu zawiera 0,04 mg tiaminy oraz 0,9 mg niacyny, co jest wartością niższą od wartości uzyskanej w badanych próbkach ryżu. Natomiast w przypadku ryżu brązowego wartość 0,28 mg tiaminy oraz 3,6 mg niacyny w 100g produktu, jest zbliżoną wartością do wyników uzyskanych w niniejszych badaniach.

*Lebiedzińska i Szefer* [16] stosując do oznaczeń witamin grupy B metody mikrobiologiczne uzyskali podobne wyniki świadczące o zróżnicowanej zawartości badanych witamin w różnych gatunkach takiego samego zboża. W zależności od stopnia przetworzenia produktu zawartość tiaminy wynosiła od 0,006 mg/100 g dla ryżu białego długoziarnistego do 0,264 mg/100 g dla ryżu brązowego długoziarnistego, co jest wartością zbliżoną do wyników uzyskanych w niniejszych badaniach. Zawartość niacyny oznaczona w niniejszych badaniach wahała się w granicach od 0,58 mg/100 g dla ryżu białego długoziarnistego do 5,38 mg dla ryżu brązowego długoziarnistego. Powyższe różnice w zawartości tiaminy i niacyny mogą być związane zarówno ze stopniem technologicznego przetworzenia produktów, jak również różnicami zawartości witamin wynikającymi z czynników środowiskowych warunkujących wzrost i rozwój zbóż. Należy zaznaczyć, iż badane produkty zbożowe charakteryzują się wysoką zawartością węglowodanów oraz umiarkowaną zawartością witamin z grupy B, dlatego też powinny stanowić jeden z podstawowych produktów energetycznych w diecie

osób o wysokiej aktywności fizycznej oraz osób z wykazanymi niedoborami żywieniowymi [1, 3, 4, 8, 12].

W całodziennych racjach pokarmowych powinny być stosowane przede wszystkim makarony z mąki pełnoziarnistej, takie jak makaron razowy pełnoziarnisty, czy makaron świdry pełnoziarnisty. Paradoksalnie makaronem o najniższej wartości odżywczej jest makaron świdry „wzbogacany” posiadający najniższą zawartość witamin z grupy B. Wykazano, że makarony pełnoziarniste oraz makarony z dodatkami wyciągów warzywnych zawierały wyższą zawartość analizowanych witamin w porównaniu z makaronami, których produkcja oparta była głównie o mąkę pszenną. Spośród badanych produktów na szczególną uwagę zasługuje ryż dziki, który obok węglowodanów zawierał znaczącą ilość tiaminy i niacyny, który są szczególnie zalecane w diecie osób o wysokim wydatku energetycznym [2, 3, 8].

## WNIOSKI

1. Badane rodzaje makaronu i ryżu charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością witaminy B<sub>1</sub> i niacyny.
2. Najlepszym źródłem analizowanych witamin grupy B był ryż dziki, makaron razowy bezjajeczny i makaron świdry pełnoziarnisty.
3. Najniższą zawartość tiaminy i niacyny oznaczono w makaronie „wzbogacany” oraz w makaronie „krajanecka jajeczna”.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Bulhak-Jachymczyk B.* Witaminy. W: *Jarosz M., Bulhak-Jachymczyk B.* (red.): Normy żywienia człowieka. Podstawy prewencji otyłości i chorób niezakaźnych. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
2. *Ball G.F.M.*: Vitamins in Foods, CRC Press, New York, U.S 2006.
3. *Bean A.*: Piramida zdrowego żywienia dla sportowców. W: *Bean A.* (red.): Żywnienie w sporcie. Zysk i S-ka, Poznań 2005.
4. *Costill D.L.*: Nutrition: the base for human performance. W: *McArdle W.D., Katch F.I., Katch V.L.*: Exercise physiology. Energy, nutrition and human performance. 6th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore 2007.
5. *Czaja J., Lebedzińska A., Dawidowska A., Panasiuk K., Szefer P.*: Kasze źródłem tiaminy i niacyny w diecie człowieka. *Bromat. Chem. Toksykol.* 2009, 42, 3, 831-835.
6. *Depeint F., Bruce W.R., Shangari N., Mehta R., O'Brien P.J.*: Mitochondrial function and toxicity: Role of the B vitamin family on mitochondrial energy metabolism. *Chem. Biol. Inter.* 2006, 163, 94-112.
7. *Eitenmiller R., Landen W., O.*: Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences. CRC Press LLC 1999, 304-364.
8. *Fogelholm M.*: Vitamin, mineral and anti-oxidant needs of athletes. W: *Burke L., Deakin V.*: Clinical Sport Nutrition. 3rd Edition. McGraw-Hill, North Ryde 2006.
9. *Gawęcki J.*: Witaminy. Wydawnictwo Akademii Rolniczej, Poznań 2002.
10. *Gertig H.* Witaminy. W: *Gertig H., Przysławski J.*: Bromatologia. Zarys nauki o żywności i żywieniu. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2006.
11. GUS. Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2010. Wydawnictwo ZWS, Warszawa 2010.
12. *Jeukendrup A., Gleeson M.*: The micronutrients: vitamins and minerals. W: *Jeukendrup A., Gleeson M.* (red.) Sport Nutrition: an introduction to energy production. Human Kinetics, Champaign 2010.
13. *Kunachowicz H., Nadolna I., Przygodna B., Iwanow K.*: Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005.
14. *Lebedzińska A., Marszałł M.*: Fruit Juices and Fruit Drinks as a Source of Vitamins B – HPLC determination of water soluble vitamins in fortified juices and drinks. *Polish Journal of Environmental Studies* 2006, 15, No. 2b, 1318-1321.
15. *Lebedzińska A., Marszałł L.M., Kuta J., Szefer P.*: Reversed-phase high-performance liquid chromatography method with coulometric electrochemical and ultraviolet detection for the quantification of vitamins B<sub>1</sub> (thiamine), B<sub>6</sub> (pyridoxamine, pyridoxal and pyridoxine) and B<sub>12</sub> in animal and plant foods. *Journal of Chromatography A*, 2007, 1173, 71-80.
16. *Lebedzińska A., Szefer P.*: Vitamins B in grain and cereal-grain food, soy-products and seeds. *Food Chem.* 2006, 95, 116-122.
17. *Leszczyńska T., Pisulewski P.M.*: Wpływ wybranych składników żywności na aktywność psychofizyczną człowieka. *Żywność*, 2004, 1, 38, 13-24.
18. *Lukaski H.C.*: Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance. *Nutrition* 2004, 20, 632-644.
19. *Małecka S.A., Poprawski K., Bliski B.*: Profilaktyczne i terapeutyczne zastosowanie tiaminy (witaminy B<sub>1</sub>) – nowe spojrzenie na stary lek. *Wiadomości lekarskie* 2006, LIX, 5-6
20. *Murray R.K., Granner D.K., Rodwell V.W.*: Biochemia Harpera. Kokot F., Koj A., Kozik A. (red.) Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2008.
21. Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2005. Wydawnictwo ZWS, Warszawa 2005.
22. Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2000. Wydawnictwo ZWS, Warszawa 2000.
23. *Smorczevska-Czupryńska B., Ustymowicz-Farbiszewska J., Kozłowska M., Karczewski J., Filon J.*: Analiza stanu odżywienia witaminami grupy B młodzieży gimnazjalnej z Białegostoku i okolic. *Bromat. Chem. Toksykol., Supl.* 2005, 123-127
24. *Souchi S.W., Fachmann W., Kraut H.*: Food Composition and Nutrition Tables. Scientific Publishers Stuttgart, 2000.

- 
25. *Wartanowicz M.L.: Witaminy. W: Gawęcki J., Hryniewiecki L.: Żywność człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.*
26. USDA. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/list>
27. WHO. Global strategy on diet, physical activity and health. Fifty-seven world health assembly, Agenda item. 2004, 12, 6.
28. *Ziemiański Ś., Budzyńska - Topolowska J.: Wegetarianizm w świetle nauki o żywności i żywieniu. Instytut Danone – Fundacja Promocji Zdrowego Żywienia, Warszawa 1997.*

Otrzymano: 01.07.2011

Zaakceptowano do druku: 20.03.2012