

Maria Drzewicka, Agata Stoińska, Halina Grajeta

ZAWARTOŚĆ FITOSTEROLI W PRZETWORACH ZBOŻOWYCH TYPU MUSLI

Katedra i Zakład Bromatologii i Dietetyki
Akademii Medycznej im. Piastów Śląskich we Wrocławiu
Kierownik Zakładu: dr hab. *H. Grajeta* prof. nadzw.

Oznaczono zawartość fitosteroli: β -sitosterolu, kampesterolu i stigmasterolu w 10 rodzajach płatków zbożowych typu musli metodą chromatografii gazowej. Zawartość fitosteroli w badanych produktach mieściła się w szerokim zakresie od 34,7 do 67,7 mg/100 g. Dominującym związkiem był β -sitosterol, którego udział wynosił od 72 do 85% sumy związków sterolowych. Średnia zawartość β -sitosterolu w 100 g produktu mieściła się w zakresie od 29 do 49 mg, kampesterolu 3–15 mg, natomiast stigmasterolu 1,9–4 mg.

Hasła kluczowe: płatki zbożowe, fitosterole, β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol.
Key words: cereals, phytosterols, β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol.

Fitosterole to związki należące do triterpenów o budowie steranu, syntetyzowane wyłącznie w komórkach roślinnych, występujące w stanie naturalnym w postaci wolnej, estrów lub glikozydów (1, 2). Określenie fitosterole obejmuje zarówno sterole posiadające wiązania podwójne, jak i ich formy zredukowane – stanole. Najbardziej rozpowszechnionymi sterolami roślinnymi są β -sitosterol, kampesterol i stigmasterol. W komórce roślinnej odpowiedzialne są za regulację płynności i przepuszczalności błony komórkowej, stanowią również prekursor w syntezie hormonów roślinnych (3, 4). Głównym kierunkiem działania fitosteroli w organizmie człowieka jest ograniczenie wchłaniania cholesterolu w jelitach, przez co redukują one stężenie cholesterolu całkowitego i jego frakcji LDL we krwi. Największą skuteczność hipocholesterolemiczną fitosterole wykazują w ilości 2–3 g/dobę. Stosowane są jako dodatki do żywności, głównie do margaryn, jogurtów oraz jako suplementy diety (5, 6). Badania wykazały, że fitosterole hamują również proliferację nowotworowych linii komórkowych raka okrężnicy, prostaty i piersi, łagodzą objawy łagodnego rozrostu stercza i wykazują działanie antyoksydacyjne (7, 8). Do produktów spożywczych będących znaczącym źródłem steroli roślinnych w diecie zaliczane są oleje jadalne, orzechy, a także zboża (9). Spośród produktów zbożowych płatki typu musli cieszą się coraz większym zainteresowaniem konsumentów. Asortyment tych wyrobów na rynku stale wzrasta, natomiast niewiele jest danych na temat zawartości w nich powyższych związków.

Celem pracy była ocena zawartości trzech podstawowych związków sterolowych – β -sitosterolu, kampesterolu i stigmasterolu w przetworach zbożowych typu musli. W badanych produktach oznaczono również zawartość tłuszczu.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 10 rodzajów produktów zbożowych typu musli, wyprodukowanych przez 8 różnych producentów i zakupionych w sklepach na terenie Wrocławia. Badane produkty różniły się zawartością poszczególnych składników takich, jak: płatki pszenne, owsiane, kukurydziane, żytnie, jęczmienne i ryżowe. W skład musli wchodziły również nasiona słonecznika, orzechy, migdały, rodzynki, owoce kandyzowane i suszone. Przed przystąpieniem do badań produkty dokładnie mielono i mieszano w celu uzyskania jednorodnej masy. Zawartość tłuszczu w analizowanych wyrobach oznaczono metodą ekstrakcyjno-wagową (10).

Oznaczenie zawartości poszczególnych fitosteroli wykonano metodą chromatografii gazowej na chromatografie firmy Agilent Technology 6890N, wyposażonym w detektor FID. Jako wzorzec wewnętrzny zastosowano 5 α -cholestan. Ze względu na specyfikę badanego materiału, w którym fitosterole występują w formie wolnej, jak i związanej w postaci estrów, glikozydów oraz w połączeniach z kwasem ferulowym, ekstrakcję lipidów przeprowadzono po uprzedniej hydrolizie kwasowej z zastosowaniem drastycznych warunków hydrolizy roztworem HCl o stęż. 6 mol/dm³ (11). Wyodrębniono frakcję niezmydlającą i otrzymano siliłowe pochodne fitosteroli (12). Wszystkie oznaczenia przeprowadzono w 3 powtórzeniach. Analizę chromatograficzną tych związków wykonano na kolumnie kapilarnej o dł. 30 m, średnicy 0,25 mm, pokrytej fazą stacjonarną HP-1 o grubości filmu fazy ciekłej 0,25 μ m. Jako gaz nośny użyto hel o przepływie 1 cm³/min. Warunki analizy były następujące: temp. dozownika: 290°C, temp. detektora: 310°C, temp. początkowa rozdziału: 250°C, przyrost temp. od 250°C do 290°C w tempie 5°C/min (11). Przeprowadzono ocenę powtarzalności zastosowanej metody oznaczania fitosteroli w produkcie musli tropikalne I i dla 10 powtórzeń laboratoryjnych uzyskano następujące wartości współczynników zmienności: dla β -sitosterolu – 0,82%, dla kampesterolu – 1,61%, dla stigmasterolu – 8,84%.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Średnią zawartość tłuszczu, β -sitosterolu, kampesterolu i stigmasterolu oraz sumy związków sterolowych przedstawiono w tab. I. Zawartość tłuszczu w analizowanych wyrobach wahała się w granicach 1,50–14,65 g w 100 g produktu. Największą zawartość tłuszczu stwierdzono w płatkach musli tropikalne I i II, odpowiednio 14,65 i 12,97 g/100 g. Najmniej tego składnika zawierało musli Frutina (1,50 g/100 g).

W badanych produktach oznaczono zawartość trzech fitosteroli dominujących w produktach zbożowych: β -sitosterolu, kampesterolu i stigmasterolu. Wszystkie rodzaje analizowanych wyrobów najbogatsze były w β -sitosterol, który stanowił 72–85% całkowitej zawartości steroli. Udział kampesterolu kształtował się w zakresie 9–22%, a stigmasterolu – 5–8,5% sumy fitosteroli. Zawartość β -sitosterolu w 100 g produktu mieściła się w zakresie od ok. 29 mg w musli tropikalnym III do 49 mg w musli tropikalnym I. Kampesterol występował w ilości od ok. 3 mg w musli tropikalnym III do ok. 15 mg w musli tropikalnym I i II, a zawartość stigmasterolu wynosiła od 1,9 do 4 mg/100 g (tab. I). Spośród dziesięciu typów płatków śniada-

niowych najwyższą zawartość sumy związków sterolowych stwierdzono w dwóch wyrobach o najwyższej zawartości tłuszczu tj. musli tropikalnym I (ok. 68 mg/100 g produktu) oraz musli tropikalnym II (ok. 66 mg/100 g produktu) (tab. I). Dowodzi to związku pomiędzy zawartością tłuszczu, a ilością steroli roślinnych w produkcie. W skład obu produktów oprócz płatków owsianych i pszennych wchodziły także nasiona słonecznika. Nieco mniejszą ilość fitosteroli stwierdzono w musli orzechowym (ok. 47 mg/100 g produktu). W pozostałych rodzajach musli zawartość sumy fitosteroli nie przekraczała 40 mg (tab. I).

Table 1. Zawartość tłuszczu i fitosteroli w produktach zbożowych typu musli ($\bar{x}_i \pm SD$)

Table 1. Contents of fat and phytosterols in muesli cereals ($\bar{x}_{mean} \pm SD$)

Produkt	Zawartość tłuszczu (%)	Zawartość poszczególnych fitosteroli (mg/100 g)			Suma fitosteroli (mg/100 g)
		β -Sitosterol	Kampesterol	Stigmasterol	
Musli Frutina	1,50	30,59 ± 0,28	5,22 ± 0,41	2,27 ± 0,49	38,07
Musli tropikalne I	12,97	48,78 ± 0,40	14,69 ± 0,23	4,19 ± 0,37	67,66
Musli tropikalne II	14,65	47,98 ± 0,71	14,74 ± 0,90	3,76 ± 0,32	66,47
Musli tropikalne III	6,09	29,05 ± 0,32	3,38 ± 0,23	2,25 ± 0,14	34,69
Musli tropikalne IV	5,01	30,02 ± 0,46	3,56 ± 0,01	2,48 ± 0,09	36,05
Musli orzechowe	10,98	39,49 ± 0,66	4,84 ± 0,09	2,94 ± 0,09	47,27
Musli owocowe I	3,31	32,44 ± 0,72	4,43 ± 0,04	1,90 ± 0,10	38,77
Musli owocowe II	3,70	29,65 ± 0,82	4,28 ± 0,06	2,34 ± 0,29	36,28
Musli tradycyjne I	5,06	33,31 ± 1,42	3,70 ± 0,14	2,05 ± 0,15	39,06
Musli tradycyjne II	8,07	31,79 ± 0,14	3,62 ± 0,31	3,24 ± 0,07	38,66

Badane wyroby zawierały zróżnicowane ilości składników będących źródłem steroli roślinnych takich, jak: płatki z różnych gatunków zbóż oraz orzechy, migdały i nasiona roślin oleistych. W dostępnym piśmiennictwie bardzo mało jest informacji o zawartości steroli roślinnych w mieszankach produktów zbożowych typu musli. *Normén* i współpr. (13) podają, że w trzech rodzajach musli suma fitosteroli kształtowała się w granicach 35–105 mg/100 g. Oznaczono natomiast zawartość fitosteroli w różnych gatunkach zbóż i produktach zbożowych, takich jak: otręby owsiane, pszenne, płatki owsiane, kukurydziane. Najwyższą zawartość tych związków stwierdzono w otrębach pszennych i owsianych, odpowiednio ok. 200 i 150 mg/100 g produktu. Płatki owsiane i kukurydziane zawierały trzykrotnie niższą ilość fitosteroli (13, 14).

Według informacji podanych przez producentów, wśród składników wszystkich produktów analizowanych w niniejszych badaniach, przeważały płatki pszenne i owsiane. W mniejszych ilościach dodawano płatki kukurydziane, jęczmienne, żytnie czy ryżowe. Musli oprócz komponentów zbożowych, zawierały także znaczne ilości takich składników, jak: rodzynki, suszone i kandyzowane owoce oraz ziarna słonecznika, orzechy laskowe i migdały. Jak wynika z badań *Normén* i współpr. (13) zawartość fitosteroli w owocach (banany, jabłka, mandarynki, brzoskwinie, gruszki) była niska i nie przekraczała 20 mg/100 g produktu, nieco wyższa była w figach (31

mg/100 g) oraz orzechu kokosowym (68 mg/100 g) (13). Stwierdzono natomiast wysoką zawartość tych związków m.in. w orzechach laskowych, migdałach i nasionach słonecznika – odpowiednio 140, 206, 322 mg/100 g produktu (14). Można przyjąć, że dodatek nasion słonecznika i orzechów w mieszance musli znacznie wzbogaca ją w sterole roślinne.

Na podstawie wyników uzyskanych w niniejszych badaniach można wyliczyć, że średnia porcja płatków zbożowych musli tropikalnego I (40 g) o najwyższej zawartości sumy fitosteroli dostarcza ok. 27 mg tych związków. Ilość ta jest niewystarczająca do wystąpienia działania hipocholesterolemicznego, ale jest to jeden z kierunków korzystnego oddziaływania steroli roślinnych na organizm człowieka. Na rynku dostępny jest coraz szerszy asortyment płatków typu musli. Popularność i spożycie tych wyrobów wzrasta, dlatego stanowić mogą one cenne źródło fitosteroli w pożywieniu.

WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że:

1. Badane produkty odznaczały się zróżnicowaną zawartością tłuszczu w zakresie od 1,50 do 14,65 g/100 g produktu oraz zróżnicowaną zawartością sumy fitosteroli w granicach od 34,7 do 67,7 mg.

2. Zawartość fitosteroli w badanych produktach typu musli była wypadkową ich ilości w poszczególnych składnikach tych wyrobów.

3. We wszystkich badanych płatkach typu musli dominującym steroidem roślinnym był β -sitosterol, którego udział wynosił od 72 do 85% sumy związków sterolowych.

M. Drzewicka, A. Stoińska, H. Grajeta

THE PHYTOSTEROLS CONTENT IN THE MUESLI

Summary

The aim of this study was to estimate the most common plant sterols: β -sitosterol, campesterol and stigmasterol content in the muesli. The fat content was also assessed. The studied material included 10 kinds of muesli products. The fat content was determined by Folch method, while gas chromatography was used to determine the phytosterol content. The 5- α -cholestan was used as an internal standard. The total content of phytosterols ranged from 36.05 mg to 67.66 mg/100 g of the product. The β -sitosterol was the dominant compound among the total phytosterols; its content ranged from 72% to 85%, to be followed by campesterol (9–22%) and stigmasterol (5–8,5%). The content of fat in the analysed products ranged from 1.5% to 14.65%. The phytosterol contents showed large differences in products, depending on their composition declared by the producers.

PIŚMIENNICTWO

1. *Piironen V., Lindsay D. G., Miettinen T. A., Toivo J., Lampi A.M.*: Plant sterols: biosynthesis, biological function and their importance to human nutrition. *J. Sci. Food Agric.*, 2000; 80: 939-966.
- 2. *Moreau R.A., Whitaker B.D., Hicks K.B.*: Phytosterols, phytostanols, and their conjugates in foods: structural diversity, quantitative analysis, and health-promoting uses. *Prog. Lipid Res.*, 2002; 41: 457-500.
- 3. *Hartmann M.A.*: Plant sterols and the membrane environment. *Reviews. Plant Sci.*, 1998; 3: 170-175.
- 4. *Schaller H.*: The role of sterols in plant growth and development. *Prog. Lipid Res.*, 2003; 42: 163-175.
- 5. *Ostlund E.*: Phytosterols, cholesterol absorption and healthy diet. *Lipids*, 2007; 42: 41-45.
- 6. *Racette S. B., Lin X., Lefevre M., Anderson Spearie C., Most M.M., Ma L., Ostlund R.E.Jr.*: Dose effects of dietary phytosterols on cholesterol metabolism: a controlled feeding study. *Am. J. Clin. Nutr.*, 2010; 91: 32-38.
- 7. *Bradford P., Awad A.B.*: Phytosterols as anticancer compounds. *Review. Mol. Nutr. Food Res.*, 2007; 51: 161-170.
- 8. *Pórolniczak A., Rubiś B., Rybczyńska M.*: Molekularne podstawy komplementacji diety fitosterolami w aspekcie zachorowalności i leczenia raka. *Wsp. Onk.*, 2008; 12: 447-451.
- 9. *Piironen V., Toivo J., Lampi A.M.*: Natural sources of dietary plant sterols. *Study Review. J. Food Comp. Anal.*, 2000; 13: 619-624.
- 10. *Folch J., Less M., Sloane G.H.*: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J. Biol. Chem.*, 1957; 226: 497-509.
11. *Toivo J., Phillips K., Lampi A.M., Piironen V.*: Determination of sterols in foods: recovery of free, esterified, and glycosidic sterols. *J. Food Comp. Anal.*, 2001; 14: 631-643.
- 12. *Gielecińska I., Okolska G., Rutkowska U.*: Jakość zdrowotna racji pokarmowych – badania analityczne i ocena teoretyczna. Cz. III. Zawartość cholesterolu. *Żyw. Człow. Metab.*, 2000; 27: 3-11.
- 13. *Normén L., Bryngelsson S., Johansson M., Evheden P., Ellegård L., Brants H., Andersson H., Dutta P.*: The phytosterol content of some cereal foods consumed in Sweden and in the Netherlands. *J. Food Comp. Anal.*, 2002; 15: 693-704.
- 14. *Normén L., Ellegård L., Brants H., Dutta P., Andersson H.*: A phytosterol database: fatty foods consumed in Sweden and the Netherlands. *J. Food Comp. Anal.*, 2007; 20: 193-201.

Adres: 50-140 Wrocław, pl. Nankiera 1.