

*Aldona Sobota, Zbigniew Rzedzicki, Michał Sobieraj*

## BADANIA SKŁADU CHEMICZNEGO PŁATKÓW MUSLI

Zakład Inżynierii i Technologii Zbóż  
Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie  
Kierownik: prof. dr hab. Z. Rzedzicki

*Według najnowszej piramidy żywieniowej podstawę naszego pożywienia powinny stanowić produkty zbożowe otrzymane z pełnego ziarna, bogate w błonnik pokarmowy, związki mineralne i witaminy. Do grupy tych produktów możemy zaliczyć mieszanki typu musli zawierające w swoim składzie płatki zbożowe, suszone i kandyzowane owoce, nasiona i orzechy. Celem pracy było zbadanie składu chemicznego i właściwości fizycznych dostępnych na rynku płatków musli. W badanych produktach oznaczano m.in.: zawartość białka, związków mineralnych w postaci popiołu, błonnika pokarmowego w tym frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej oraz zawartość włókna kwaśno-detergentowego, w tym celulozy i ligniny kwaśno-detergentowej. Badano współczynnik rozpuszczalności suchej masy oraz wodochłonność musli.*

Hasła kluczowe: musli, błonnik pokarmowy, skład chemiczny.

Key words: muesli, dietary fibre, chemical composition.

Podstawę naszego pożywienia powinny stanowić produkty zbożowe otrzymane z pełnego ziarna zbóż bogate w białko, błonnik pokarmowy, związki mineralne i witaminy. Liczne badania żywieniowe potwierdzają doniosłą rolę tych produktów w profilaktyce i leczeniu wielu chorób cywilizacyjnych m.in. chorób układu krążenia, nowotworów, otyłości czy cukrzycy (1, 2, 3, 4). Wzrastająca świadomość konsumentów sprawia, że coraz częściej poszukują oni produktów o wysokiej wartości żywieniowej, ale jednocześnie smacznych i łatwych w przygotowaniu. Tego typu produktami mogą być mieszanki typu musli – zawierające w swoim składzie różnorodne płatki zbożowe, suszone i kandyzowane owoce, nasiona i orzechy. Musli nie wymaga gotowania przed spożyciem, a podane z mlekiem, jogurtem, czy kefirem stanowić może zdrowy smaczny i pełnowartościowy posiłek. Duża różnorodność dostępnych na rynku mieszanek sprawia, że konsumenci wybierają często przypadkowe wyroby nie zwracając uwagi na skład surowcowy i wartość żywieniową tych produktów. Jednak czy wszystkie płatki musli są równie wartościowe, czy wszystkie możemy zaliczyć do grupy produktów zbożowych o wysokiej wartości żywieniowej? Jaki jest ich skład chemiczny, a w szczególności zawartość cennego z żywieniowego punktu widzenia błonnika pokarmowego i poszczególnych jego frakcji, białko oraz związków mineralnych? Poniższa praca stanowi próbę odpowiedzi na te pytania.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 12 sortymentów płatków musli pochodzących od różnych producentów. Wśród badanych sortymentów musli były produkty typu crunchy oraz musli tradycyjne z różnorodnymi dodatkami. Szczegółowy model doświadczenia i skład surowcowy mieszanek musli przedstawiono w tab. I.

Tabela I. Model doświadczenia

Table I. Model of the experiment

Próbka	Produkt	Deklarowany skład surowcowy
1	Crunchy musli	Granola: płatki owsiane, syrop glukozowo-fruktozowy, olej roślinny, kaszka kukurydziana, płatki żytnie, ziarna słonecznika, płatki jęczmienne, płatki pszenne, cukier brązowy trzcinowy, sól morską, lecytyna sojowa – emulgator, aromat.
2	Musli tradycyjne	Płatki zbożowe: owsiane, żytnie kukurydziane, płatki pszenne ekstrudowane – 68,6%; owoce suszone: rodzynki, daktyl, banan – 28,6%, owoce kandyzowane: papaja, ananas – 2,8%
3	Crunchy fruit	Granola: płatki owsiane, syrop glukozowo-fruktozowy, olej roślinny, kaszka kukurydziana, koncentrat jabłkowy, ziarna słonecznika, płatki żytnie, płatki jęczmienne, płatki pszenne, płatki kokosowe, cukier trzcinowy brązowy, sól morską, lecytyna sojowa – emulgator, aromat – 80%; chips bananowy: banan, olej kokosowy, cukier trzcinowy, aromat – 7,1%; rodzynki – 7,1%; owoce kandyzowane: ananas, papaja, cukier trzcinowy, miód – 5,8%.
4	Musli zbożowe	Płatki zbożowe tradycyjne: żytnie, pszenne, jęczmienne, owsiane – 85%, płatki pszenne i kukurydziane ekstrudowane 15%
5	Musli owocowe	Płatki zbożowe: owsiane, kukurydziane, pszenne – 54,6%, owoce suszone i kandyzowane: rodzynki, wiórki kokosowe, ananas, papaja, daktyl, jabłko – 30%; syrop skrobiowy, olej roślinny, kuleczki ryżowe, ziarna słonecznika, aromat śmietankowo-waniliowy, lecytyna – emulgator, sól.
6	Musli tropikalne	Płatki zbożowe: owsiane, kukurydziane, pszenne – 56%, owoce suszone i kandyzowane: rodzynki, banan, wiórki kokosowe, papaja, ananas – 20,7%; syrop skrobiowy, olej roślinny, kuleczki ryżowe, ziarna słonecznika, aromat, lecytyna, sól
7	Crunchy bananowe	Granola: płatki owsiane, syrop glukozowo-fruktozowy, olej roślinny, kaszka kukurydziana, koncentrat jabłkowy, ziarna słonecznika, płatki: żytnie pszenne i jęczmienne, brązowy cukier trzcinowy, sól morską, lecytyna sojowa, aromat, cynamon – 68,6%; chips bananowy: banan, olej kokosowy, cukier trzcinowy, aromat, miód – 11,4%; płatki owsiane w czekoladzie – 11,4%; rodzynki – 8,6%
8	Crunchy naturalne	Płatki owsiane – 60,8%, syrop glukozowo-fruktozowy, olej roślinny, płatki kokosowe -kaszka kukurydziana, płatki żytnie, ziarna słonecznika, płatki jęczmienne, płatki pszenne, cukier brązowy trzcinowy, sól morską, lecytyna sojowa – emulgator, aromat.
9	Crunchy sezamowe	Granola: płatki owsiane, syrop glukozowo-fruktozowy, tłuszcz roślinny, mąka pszenna, mąka kukurydziana, wiórki kokosowe, słonecznik, cukier, lecytyna sojowa – emulgator, sól – 85%; sezam – 5%; owoce suszone i kandyzowane: rodzynki, banan, ananas, papaja – 5%

Tab e l a I. Model doświadczenia (cd.)  
 Tab l e I. Model of the experiment (cont.)

Prób-ka	Produkt	Deklarowany skład surowcowy
10	Musli śliwkowo-jabłkowe	Płatki zbożowe: owsiane, kukurydziane, pszenne – 59,9%, rodzynki, syrop skrobiowy, olej roślinny, jabłko suszone – 5,5%, wiórki kokosowe 3,4%, kuleczki ryżowe, śliwki liofilizowane – 1,8%, ziarna słonecznika 0,6%, aromat, lecytyna, emulgator, sól.
11	Musli zbożowe z owocami	Płatki zbożowe: żytnie, jęczmienne, pszenne, owsiane – 71,5%, owoce suszone: rodzynki, jabłko – 24,3%; owoce kandyzowane: ananas, papaja – 2,8%, ziarna słonecznika.
12	Musli wielozbożowe	Płatki zbożowe: owsiane, pszenne, jęczmienne, żytnie – 66%; owoce: rodzynki, daktyl, jabłko, ananas, papaja – 31%; ziarna słonecznika 3,1%.

Wilgotność badanych mieszanek musli oznaczono metodą suszarkową (AACC, Method 44-15A), zawartość białka określono zgodnie z metodą Kjeldahla (AACC, Method 46-08), stosując przelicznik azotu na białko 5,7 (5). Zawartość związków mineralnych w postaci popiołu oznaczono zgodnie z metodą AACC (Method 08-01) (5). Frakcje włókna detergentowego oznaczano zgodnie z metodą van Soest'a (6, 7). Według tej metody określono zawartość włókna kwaśno-detergentowego (ADF) oraz ligniny kwaśno-detergentowej (ADL). Zawartość celulozy wyliczano z różnicy pomiędzy ADF i ADL. Całkowity błonnik pokarmowy (TDF), frakcję nierozpuszczalną (IDF) oraz frakcję rozpuszczalną (SDF) oznaczano wg metod AACC 32-05, AACC 32-21, AOAC 991.43, AACC 32-21, AOAC 985.29 (5). Stosowano enzymy i procedury Firmy Megazyme. Poprawność oznaczeń błonnika pokarmowego metodą enzymatyczną weryfikowano przy pomocy „Zestawu kontrolnego TDF” firmy Megazyme.

Wodochłonność (Water Absorption Index – WAI) mieszanek musli wyznaczono stosując metodę wirówkową natomiast stopień rozpuszczalności suchej masy (Water Solubility Index – WSI) określono stosując metodę AACC (Metod 56-20) zmodyfikowaną przez *Rzedzickiego* i współpr. (5, 8).

Analizy chemiczne wykonywano w trzech powtórzeniach. WSI i WAI oznaczano w pięciu powtórzeniach. Obliczano wartość średnią oraz odchylenie standardowe. Analizę statystyczną wyników opracowano stosując program SAS 9.1.3.

## WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Badane sortymenty płatków musli odznaczały się zróżnicowanym składem chemicznym i właściwościami fizycznymi. Wilgotność produktów oznaczona bezpośrednio po ich rozpakowaniu była bardzo zróżnicowana i kształtowała się na poziomie od 2,93 do 10,57% (tab. II). Zdecydowanie niższą wilgotnością (2,93–6,46%) odznaczały się produkty typu crunchy. Niska wilgotność wydaje się być cechą niezbędną w przypadku tych wyrobów, warunkującą odpowiednią ich kruchość i chrupkość. *Rzedziecki* i *Kondzielska* (9) podkreślają, że niska wilgotność płatków

Table II. Właściwości fizyczne i skład chemiczny mieszanek musli  
 Table II. Physical properties and chemical composition of muesli

Próbka	Wilgotność (%)	WSI (%)	WAI (%)	Popiół (% s.m.)	Białko oznaczone (% s.m.)	Białko deklarowane (%)	ADF (% s.m.)	CEL (% s.m.)	ADL (% s.m.)
1	2,93±0,17	20,16±1,57	179,40±2,88	1,50±0,02	10,47±0,15	9,2	1,12±0,04	0,60±0,02	0,53±0,02
2	9,07±0,70	21,03±1,04	256,36±3,38	1,84±0,04	9,59±0,10	7,9	2,32±0,17	1,29±0,03	1,04±0,13
3	5,81±0,42	26,11±1,25	194,13±3,98	1,40±0,01	9,37±0,19	8,2	1,17±0,08	0,69±0,08	0,48±0,00
4	5,25±0,10	9,35±0,54	291,49±9,61	1,63±0,04	10,64±0,02	10,99	2,15±0,05	1,13±0,04	1,02±0,01
5	6,64±0,09	28,89±1,81	182,45±1,06	1,47±0,05	8,94±0,04	6,86	1,50±0,02	0,96±0,01	0,54±0,03
6	5,35±0,17	23,38±0,74	222,30±0,87	1,49±0,01	9,79±0,03	9,2	1,26±0,06	0,74±0,03	0,52±0,10
7	6,46±0,21	26,51±1,38	183,94±3,34	1,48±0,05	10,01±0,03	8,2	1,07±0,04	0,63±0,07	0,44±0,11
8	4,55±0,20	28,24±0,72	184,90±0,34	1,37±0,04	9,30±0,02	9,2	1,12±0,02	0,58±0,12	0,54±0,10
9	5,65±0,42	27,31±1,32	193,98±1,35	1,47±0,01	9,58±0,18	10,2	1,36±0,07	0,77±0,04	0,60±0,11
10	8,70±0,52	31,87±1,29	251,44±4,83	1,78±0,02	8,68±0,01	9,43	1,85±0,12	1,11±0,12	0,74±0,11
11	8,32±0,23	37,30±2,39	213,14±2,60	1,88±0,01	8,16±0,02	8,5	2,36±0,15	1,51±0,05	0,86±0,09
12	10,57±0,17	26,52±1,16	230,72±3,98	1,91±0,01	9,85±0,04	8,2	2,82±0,09	1,41±0,03	1,41±0,04

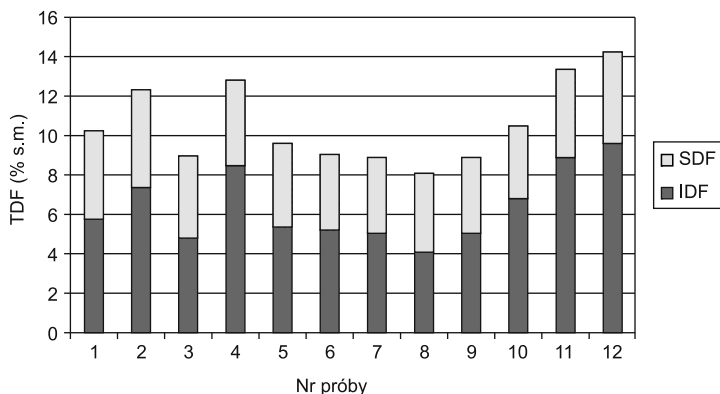
zbożowych może być wynikiem ich intensywnej obróbki termicznej połączonej z toastowaniem przed procesem pakowania. Większość mieszanek musli, zawierających tradycyjne płatki zbożowe cechowała się wilgotnością na poziomie od 6,64 do 10,57%.

Na uwagę zasługują stosunkowo duże wartości współczynnika rozpuszczalności suchej masy musli. WSI większości badanych produktów przekraczała 20%. Tak wysokie wartości tego współczynnika mogą wynikać z wysokiego stopnia przetworzenia płatków zbożowych wchodzących w skład mieszanek musli. *Rzedzicki* (10) stwierdził, że w wyniku intensywnej obróbki hydrotermicznej, jaka często ma miejsce w procesie produkcji płatków błyskawicznych, dochodzi do znacznej degradacji polimerów skrobi, a powstające krótkołańcuchowe dekstryny są formą łatwo rozpuszczalną w wodzie. Nie bez znaczenia wydaje się również skład surowcowy mieszanek. Duży udział kandyzowanych owoców, czy dodatek syropu skrobiowego mogą wpływać na wzrost rozpuszczalności suchej masy musli. W konsekwencji wyroby takie będą podlegały łatwemu i szybkiemu trawieniu, a w efekcie będą powodowały wysoką poposiłkową glikemię. Tylko jedna z badanych mieszanek musli (próbka 4) odznaczała się niskim współczynnikiem rozpuszczalności suchej masy, wynoszącym 9,35% (tab. II). Według deklaracji producenta w skład tej mieszanki wchodziły głównie niskoprzetworzone płatki zbożowe: żytnie, pszenne, jęczmienne i owsiane, otrzymane z wykorzystaniem tradycyjnej technologii płatkowania. Należy podkreślić, że próba ta wyróżniała się jednocześnie najwyższą wodochłonnością, sięgającą 291,49% (tab. II).

Zawartość związków mineralnych, we wszystkich analizowanych mieszankach musli była zbliżona i mieściła się w przedziale od 1,37 do 1,91% (tab. II). Nieznacznie bardziej zróżnicowana była zawartość białka. Kształtowała się na poziomie od 8,16 do 10,64% (tab. II). Należy podkreślić, że mieszanki musli cechują się znacznie wyższą zawartością białka w porównaniu do większości błyskawicznych zbóż śniadaniowych, w tym popularnych płatków kukurydzianych czy płatków pszennych (10, 11, 12). Ustupują jednak miejsca tradycyjnym płatkom owsianym, w których jak podaje *Rzedzicki* (13) zawartość białka wynosi 13,2%.

Ważnym składnikiem mieszanek musli, w dużej mierze decydującym o ich wartości żywieniowej, jest błonnik pokarmowy. Panuje przekonanie, że wszystkie produkty musli są bardzo bogatym źródłem błonnika pokarmowego. Składniki strukturalne w musli oznaczano przy zastosowaniu dwóch różnych metod analitycznych: metody detergentowej oraz metody enzymatycznej. Badane mieszanki odznaczały się bardzo niską zawartością włókna kwaśno-detergentowego (ADF). Zawartość ADF mieściła się w przedziale od 1,07 do 2,82%. Dominującym składnikiem ADF w badanych próbkach była celuloza (CEL). Jej zawartość oscylowała na poziomie 0,58–1,51%. Nieco niższa była zawartość ligniny (ADL) (0,44–1,41%). Detergentowa metoda oznaczania błonnika pokarmowego nie oddaje rzeczywistej zawartości tego składnika. Według definicji, za błonnik pokarmowy przyjmuje się te składniki pożywienia, które nie są hydrolizowane przez endogenne enzymy przewodu pokarmowego człowieka (14). Bardziej odpowiadająca definicji wydaje się być metoda enzymatyczna. W większości analizowanych prób zawartość błonnika pokarmowego oznaczona zgodnie z metodą enzymatyczną była stosunkowo niska i nie przekraczała 10,5% (ryc. 1).

W porównaniu do popularnych na rynku błyskawicznych zbóż śniadaniowych (płatków kukurydzianych, koekstrudatów, płatków cynamonowych czy prażonych ziaren pszenicy) mieszanki musli są lepszym źródłem błonnika pokarmowego, lecz nie dorównują pod względem zawartości tego składnika dostępnym na rynku produktom owsianym (10, 11, 13, 15). Według *Rzedzieckiego* (13) zawartość całkowitego błonnika pokarmowego w różnorodnych produktach owsianych wynosi od 18 do 23%. Wśród badanych mieszanek musli najbogatszym źródłem błonnika pokarmowego okazało się musli wielozbożowe (próbka 12), musli zbożowe z owocami (próbka 11) oraz musli zbożowe (próbka 4) i musli tradycyjne (próbka 2) (ryc. 1). Największą zawartością błonnika pokarmowego odznaczają się mieszanki zawierające w swoim składzie głównie różnorodne płatki zbożowe. We wszystkich badanych mieszankach musli dominowała frakcja nierozpuszczalna błonnika. Jej zawartość kształtowała się na poziomie od 4,06 do 9,63%, podczas gdy zawartość frakcji rozpuszczalnej mieściła się w przedziale od 3,61 do 5,01%.



Ryc. 1. Zawartość i skład frakcyjny błonnika pokarmowego w mieszankach musli.

Fig. 1. Content and fractional composition of total dietary fibre in muesli.

## WNIOSKI

1. Większość badanych mieszanek musli odznaczała się dużą rozpuszczalnością suchej masy. Wysokie wartości WSI mogły wynikać zarówno z intensywnej obróbki hydrotermicznej tych produktów, jak też dużego udziału owoców kandyzowanych i syropu skrobiowego.

2. Zawartość związków mineralnych i białka we wszystkich mieszankach musli była zbliżona.

3. Płatki musli cechowały się zróżnicowaną zawartością błonnika pokarmowego. Największą zawartością błonnika odznaczały się mieszanki, w których dominowały tradycyjne płatki zbożowe: owsiane, pszenne, jęczmienne i żytnie.

4. W mieszankach musli dominowała nierozpuszczalna frakcja błonnika pokarmowego.

A. Sobota, Z. Rzedzicki, M. Sobieraj

## THE STUDY OF CHEMICAL COMPOSITION OF MUESLI

### Summary

According to the latest food pyramid, the basis of our diet should include grain products obtained from whole grain rich in dietary fibre, minerals and vitamins. The group of those products can comprise muesli consisting of cereal flakes, dried and candied fruits, seeds and nuts. The aim of this study was to investigate chemical composition and physical properties of commercially available muesli. The contents of moisture, crude ash, proteins and dietary fibre were assessed in the samples. The fractional composition of the dietary fibre was analysed by a detergent and an enzymatic method. The content of soluble components of the dry mass (water solubility index – WSI) and water absorption index (WAI) were also determined. The majority of the muesli grades were characterised by low content of dietary fibre and values of water solubility index as high as up to 20% of dry mass.

### PIŚMIENNICTWO

1. *Anderson J.W., Hanna T.J., Peng X., Kryscio R.J.*: Whole grain foods and heart disease risk. *J. Am. College Nutrition*, 2000; 19: 291S-299S. – 2. *Brennan Ch.S.*: Dietary fibre, glycaemic response, and diabetes. *Mol. Nutr. Food Res.*, 2005; 49: 560-570. – 3. *Jacobs D.R., Slavin J., Marquart L.*: Whole grain intake and cancer: a review of literature. *Nutrition and Cancer*, 1995; 22: 221-229. – 4. *Liu S., Willett W.C., Manson J.E., Stampfer M.J., Hu F.B., Rosner B., Colditz G.*: Relation between changes in intakes of dietary and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women. *Am. J. Clinical Nutrition*, 2003; 78: 920-927. – 5. *AACC-2000*. Approved Methods. – 6. *Van Soest P.J.*: Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. I. Preparation of Fiber Residues of Low Nitrogen Content. *J. A.O.A.C.*, 1963a; 46(5): 825-829. – 7. *Van Soest P.J.*: Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. *J. A.O.A.C.*, 1963b; 46(5): 829-835. – 8. *Rzedzicki Z., Mysza A., Kasprzak M.*: A study on the method of water solubility index determination. *Annales UMCS, Section E*, 2004; 59: 323-328. – 9. *Rzedzicki Z., Kondzińska L.*: Charakterystyka składu chemicznego wybranych nisko przetworzonych zbóż śniadaniowych ze szczególnym uwzględnieniem frakcji błonnika pokarmowego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2006; 39: 39-47. – 10. *Rzedzicki Z.*: Badania składu chemicznego wybranych błyskawicznych zbóż śniadaniowych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2005; Supplement: 141-146. – 11. *Rzedzicki Z., Wirkijowska A.*: Badania składu chemicznego wybranych kukurydzianych zbóż śniadaniowych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2006; Supplement: 97-102. – 12. *Rzedzicki Z., Sykut-Domańska E., Popielewicz J.*: Quality of wheat breakfast cereals available on the polish market. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 2008; 58(3): 307-312. – 13. *Rzedzicki Z.*: Charakterystyka składu chemicznego wybranych przetworów owsianych. *Biuletyn IHAR*, 2006; 239: 269-280. – 14. *Lupton J.R.*: Codex definition of dietary fibre and issues requiring resolution. In: *Dietary Fibre New Frontiers for Food and Health*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2010; 15-24. – 15. *Nadolna I., Rutkowska U., Kumachowicz H.*: Wartość odżywcza wybranych asortymentów śniadaniowych płatków zbożowych. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, 1997; 2:171-175.

Adres: 20-704 Lublin, ul. Skromna 8.