

ZBIGNIEW RZEDZICKIZakład Inżynierii i Technologii Zbóż
Akademia Rolnicza w Lublinie

Charakterystyka składu chemicznego wybranych przetworów owsianych

Characteristics of chemical composition of some oat breakfast cereals

Badaniom składu chemicznego poddano wybrane, najbardziej dostępne w sieci handlowej Lublina, asortymenty przetworów owsianych: otręby owsiane stabilizowane, płatki owsiane, dwa asortymenty płatków owsianych błyskawicznych (oznaczone jako A i B), dwa asortymenty płatków owsianych górskich (A i B), dwa asortymenty płatków zwykłych (A i B), otręby owsiane preparowane, oraz dla porównania płatki kukurydziane zwykłe i koekstrudaty kukurydziane czekoladowo-mleczne. W badanych próbach oznaczano zawartość wody, popiołu surowego, białka, tłuszczu oraz włókna surowego. Przebadano także skład frakcyjny błonnika pokarmowego metodą detergentową oraz metodą enzymatyczną. Wykazano, że badane owsiane zboża śniadaniowe zdecydowanie różnią się składem chemicznym od przetworów kukurydzianych. Przetwory owsiane charakteryzowały się szczególnie niskimi wartościami rozpuszczalności suchej masy (WSI). Zawartość białka dwukrotnie przekraczała poziom białka w przetworach kukurydzianych. Produkty owsiane charakteryzowały się także znacznie wyższą zawartością błonnika pokarmowego, szczególnie jego rozpuszczalnych frakcji. Mogą one być zaliczane do zbożowych produktów podstawy piramidy żywienia.

Słowa kluczowe: błonnik pokarmowy, owies, zboża śniadaniowe

The main purpose of this study was to determine chemical composition of the most popular assortments of oat breakfast cereals, available in the market in Lublin. Detailed examinations were performed on: stabilized oat bran, oat flakes, two assortments of RTE oat flakes (named A & B), two assortments of mountain oat flakes (A & B), two assortments of ordinary oat flakes (A & B), and prepared oat bran. These products were compared with corn RTE products: corn flakes and corn chocolate — milk coextrudates. In the samples, the contents of moisture, crude ash, crude protein, crude fat and crude fibre were assessed. A fractional composition of dietary fibre was analyzed using both a detergent and an enzymatic method. The results obtained showed that the examined oat products greatly differed in chemical composition from ready -to-use corn breakfast cereals. Oat products were characterized by a very low WSI value. The protein content was twice as high as that in corn cereals. The analyzed oat breakfast cereals were found to be very rich in dietary fibre, particularly in a soluble one. Hence, they can be numbered among the cereals products constituting the basis of a nutrition pyramid.

Key words: breakfast cereals, dietary fibre

WSTĘP

Plagą XXI wieku, atakującą społeczeństwa krajów wysokorozwiniętych są trzy główne choroby cywilizacyjne: choroby serca, nowotwory i otyłość. Według najnowszych statystyk, prawie 127 milionów Amerykanów w USA to osoby otyłe. Ponad 9 milionów dzieci amerykańskich ma nadwagę lub otyłość. Przeszło 6 milionów Amerykanów cierpi na otyłość chorobową. Polskie społeczeństwo kilkanaście lat temu przejęło z Zachodu nie tylko ustrój społeczno-polityczny, ale także styl życia oraz wadliwe nawyki i zwyczaje żywieniowe. Nadwaga i spadek aktywności fizycznej są główną przyczyną chorób serca, cukrzycy, nowotworów itd. Przyczyną tego stanu jest między innymi niewłaściwe komponowanie posiłków i brak w pożywieniu cennych składników błonnika pokarmowego, które pozwalają nie tylko na zaspokojenie głodu, ale są także nośnikiem wielu niezwykle cennych związków biologicznie aktywnych, oddziałujących prozdrowotnie na organizm człowieka. Rozwiązaniem tego problemu miały być wylansowane na początku lat 80. XX wieku „zboża śniadaniowe”. Wprowadzono na rynek szereg produktów zbożowych mających dostarczać nie tylko składników odżywczych, ale także błonnika pokarmowego. Nie wszystkie „zboża śniadaniowe” spełniły stawiane przed nimi wymagania. Pogoń producentów za zyskiem była przyczyną wylansowania całej grupy wyrobów mających niewiele wspólnego z produktami zbożowymi, które powinny być bardziej zaliczane do słodczy i galanterii cukierniczej niż do produktów zbożowych.

Niestety, rynek zbóż śniadaniowych został zdominowany przez produkty kukurydziane. Są to wyroby produkowane z kaszki kukurydzianej, a więc surowca o bardzo ubogim składzie chemicznym, pozyskiwanym z obłuszczonego i odzarodkowanego ziarna kukurydzy (Rzedzicki, 2005). Niedoceniane są surowce o znakomitym składzie chemicznym, wysokiej zawartości białka, bardzo wysokiej zawartości błonnika pokarmowego, wysokiej zawartości błonnika pokarmowego rozpuszczalnego, bardzo dobrych charakterystykach reologicznych, wysokiej zawartości NNKT; mówiąc dosłownie owies nadal oczekuje na swój renesans (Rzedzicki i in., 2005; Rzedzicki i in., 2004 c; Wood, 1993).

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie porównawczych badań składu chemicznego dziewięciu najbardziej popularnych, wybranych asortymentów przetworów owsianych oraz porównanie ich składu do dwóch przykładowych asortymentów płatków kukurydzianych, ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego.

MATERIAŁ I METODY

Do badań zakupiono najbardziej dostępne w sieci handlowej Lublina asortymenty przetworów owsianych: otręby owsiane stabilizowane, płatki owsiane, dwa asortymenty (od różnych producentów) płatków owsianych błyskawicznych (oznaczone jako A i B), dwa asortymenty (od różnych producentów) płatków owsianych górskich (A i B), dwa asortymenty (od różnych producentów) płatków zwykłych (A i B), otręby owsiane preparowane, oraz dla porównania płatki kukurydziane zwykłe i koekstrudaty kukurydziane czekoladowo-mleczne. Każdy asortyment zakupiono w trzech różnych punktach

sprzedaży po 3 opakowania, z których przygotowano próbę średnią. Próby mielono na młynku żarnowym o wielkości szczeliny 0,2 mm.

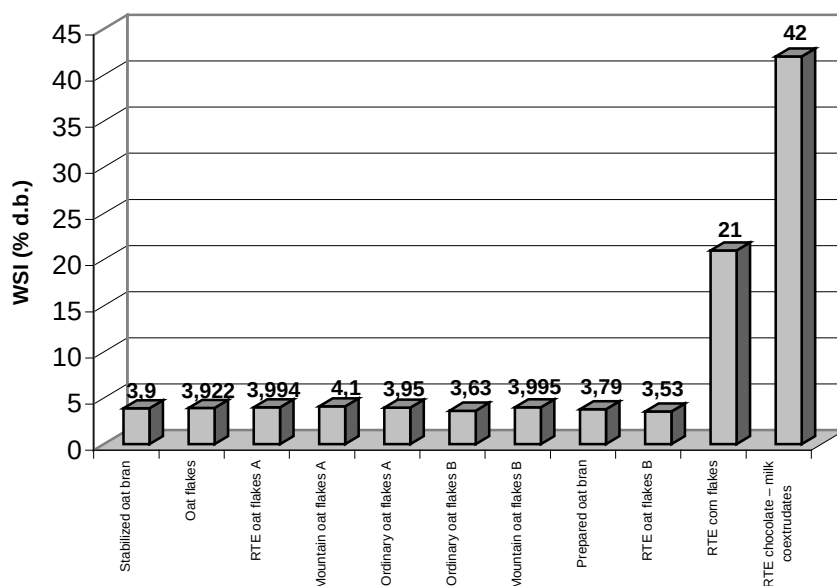
W badanych próbach, według metodyk AACC i AOAC [AACC, 2000], oznaczono zawartość wody metodą suszarkową (AACC, Method 44-15A), azotu ogólnego metodą Kjeldahla (AACC, Method 46-08) stosując przelicznik 5,70 na białko, tłuszczu surowego metodą Soxhleta (AACC, Method 30-26), włókna surowego metodą weendejską (AACC, Method 32-10) oraz popiołu (AACC, Method 08-01). Ponieważ metoda weendejska nie obrazuje rzeczywistej zawartości błonnika w pożywieniu, w celu dokładniejszego określenia jego charakterystyki wykonano oznaczenia składu frakcyjnego błonnika pokarmowego według metody detergentowej, opracowanej przez Van Soesta (1963) i Van Soesta i wsp. (1967), tj.: włókna neutralno-detergentowego (NDF), włókna kwaśno-detergentowego (ADF), celulozy (CEL), hemicelulozy (HCEL) i ligniny kwaśno-detergentowej (ADL). Wyniki oznaczeń metodą weendejską i detergentową zweryfikowano trzecią metodą oznaczając także zawartość błonnika metodą enzymatyczną (AOAC, Method 991.43; AACC, Method 32-07; AACC, Method 32021; AOAC, Method 985.29; AACC, Method 32-05). Według metody enzymatycznej oznaczono błonnik całkowity (TDF), nierozpuszczalny (IDF) i rozpuszczalny (SDF). Próby poddano również badaniom właściwości fizycznych: wodochłonności metodą wirówkową oraz określono rozpuszczalność suchej masy według metody (AACC, Method 56-20) w modyfikacji (Rzedzicki i in., 2004 b).

Poszczególne oznaczenia wykonywano w 3 powtórzeniach, obliczano wartość średnią, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. Jeżeli współczynnik zmienności przekraczał szacowany błąd dla danej metody, analizy wykonywano ponownie aż do uzyskania właściwego rozrzutu wyników.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane produkty owsiane i kukurydziane zdecydowanie różniły się między sobą składem chemicznym i właściwościami fizycznymi. Rozpuszczalność suchej masy WSI (rys. 1) notowano w granicach od 3,5% s.m. w płatkach owsianych błyskawicznych B do 4,1% s.m. w płatkach owsianych górskich A. Dla porównania w koekstrudatach kukurydzianych odnotowano WSI aż 42% s.m. W dotychczasowych badaniach najwyższe wartości WSI odnotowano w prażonym ziarnie pszenicy w miodzie, wynoszące aż 48,86% s.m. (Rzedzicki, 2005), mówiąc dosłownie, ponad 48% suchej masy takich produktów to cukry rozpuszczalne w wodzie.

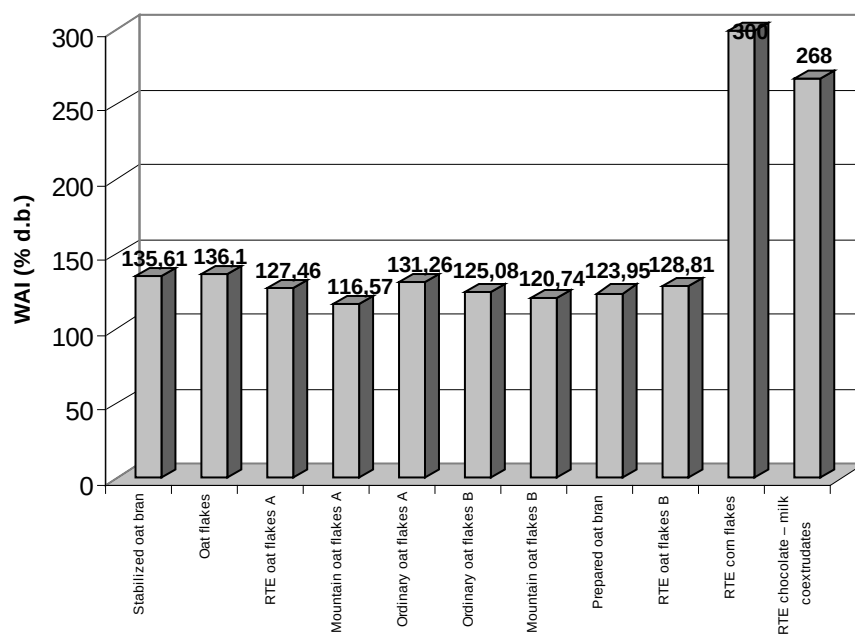
Wartości wodochłonności WAI (rys. 2) plasują się na poziomie od 116,57% s.m. w płatkach owsianych górskich A do 136,1% s.m. w płatkach owsianych. Odnotowane niskie wartości WAI są tu trochę mylące nie oznaczają generalnie niskiej wodochłonności produktów owsianych. Należy, bowiem pamiętać, że badane produkty nie były ugotowane i nie posiadały skleikowanej skrobi; po ugotowaniu ich wodochłonność wzrasta do około 1000%.



Nazwy produktów w języku polskim w tabeli 1

Rys. 1. Wyniki badań rozpuszczalności suchej masy (WSI) wybranych asortymentów zbóż śniadaniowych

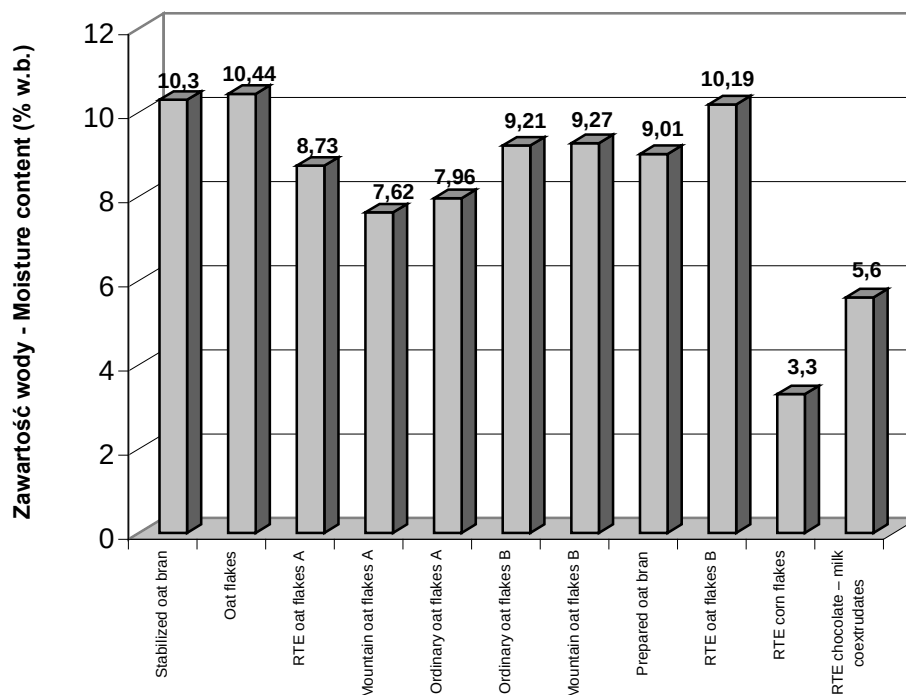
Fig. 1. The WSI content of different kinds of breakfast cereals



Rys. 2. Wyniki badań wodochłonności (WAI) wybranych asortymentów zbóż śniadaniowych

Fig. 2. The WAI values of different kinds of breakfast cereals

Zawartość wody wahała się w przedziale od 7,62% w płatkach owsianych górskich A do 10,44% w płatkach owsianych. Wilgotność badanych produktów (rys. 3) wynikała z technologii produkcji oraz warunków składowania. Nie odnotowano znaczących różnic wilgotności od wartości oczekiwanych, wynikających z technologii produkcji, co świadczyło o poprawności przeprowadzonego procesu pakowania produktu gotowego.

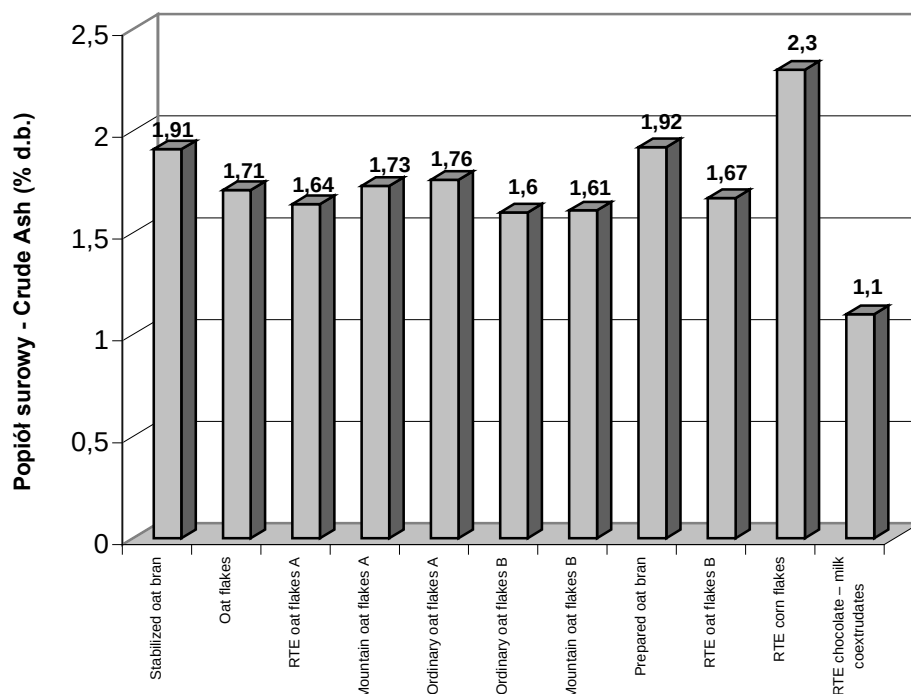


Rys. 3. Wyniki badań zawartości wody wybranych asortymentów zbóż śniadaniowych
Fig. 3. Moisture content of different kinds of breakfast cereals

Zawartość popiołu (rys. 4) zawiera się od 1,60% s.m. w płatkach owsianych zwykłych B do 1,92% s.m. w otrębach owsianych preparowanych. Bardzo wysoką zawartość popiołu 2,3% odnotowano w płatkach kukurydzianych, pomimo że są to produkty pozyskiwane z obłuszczonego i odzardokowanego ziarna kukurydzy.

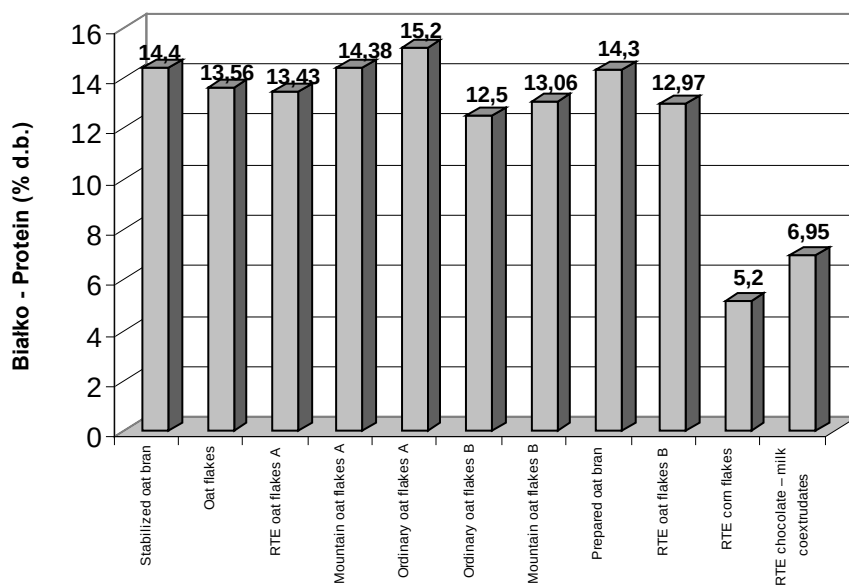
Przetwory owsiane, w porównaniu do płatków kukurydzianych, charakteryzowały się bardzo wysoką zawartością białka (rys. 5) od 12,50% s.m. w płatkach owsianych zwykłych B do 15,20% s.m. w płatkach owsianych zwykłych A; w płatkach kukurydzianych zwykłych odnotowano zaledwie 5,2% białka w s.m., w koekstrudatach kukurydzianych tylko 6,9%. Białko owsiane posiada wysoką wartość biologiczną, bowiem składa się prawie w 80% z frakcji globulin, najcenniejszej z punktu widzenia wartości żywieniowej. W produktach owsianych odnotowano duże zróżnicowanie zawartości białka. Wynikało ono z różnorodności odmianowej. W naszych niepublikowanych jeszcze badaniach, w różnych odmianach owsa nagonasiennego i oplewionego obłuszczonego, odnotowano

zawartość białka w przedziale 13,46–8,92% s.m. Na 16 badanych odmian, w ośmiu odnotowano zawartość białka powyżej 15,2% s.m. Marlet (1993) w łuszczoneym owsie odmiany Hinoat odnotowała nawet zawartość białka na poziomie 24,4%, w odmianie Goodland 21,5%.

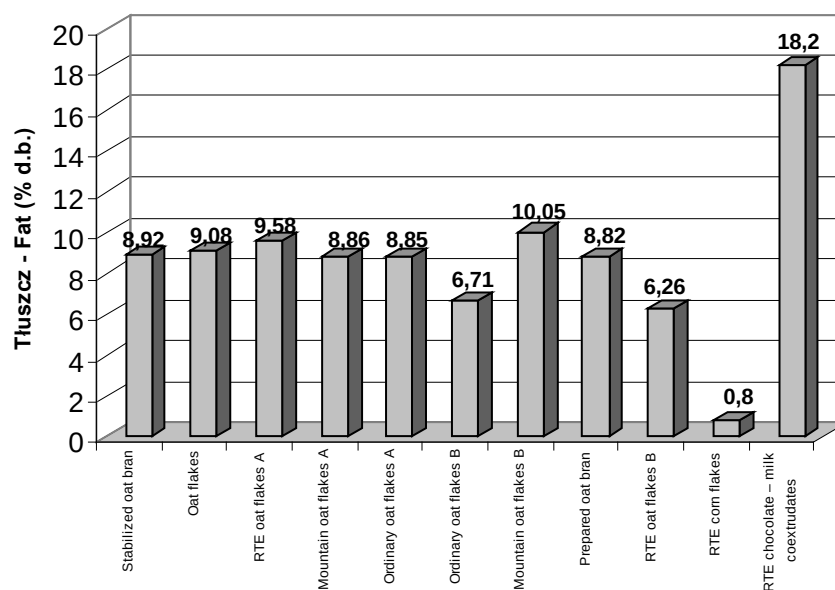


Rys. 4. Wyniki oznaczeń zawartości popiołu wybranych asortymentów zbóż śniadaniowych
Fig. 4. The crude ash content of different kinds of breakfast cereals

Zawartość tłuszczu, zgodnie z oczekiwaniami, jest w produktach owsianych znacząca, ponieważ owies jest zbożem bogatym w ten cenny składnik. W przebadanych produktach zawartość tłuszczu wolnego (rys. 6) wynosiła od 6,26% s.m. w płatkach owsianych błyskawicznych B do 10,05% s.m. w płatkach owsianych górskich B. Tłuszcz owsiany jest bogaty w NNKT i jest wyjątkowo cenny w żywieniu człowieka. Z tymi wartościami kontrastują wyniki uzyskane dla przetworów kukurydzianych. W płatkach kukurydzianych zwykłych odnotowano tylko 0,8% tłuszczu w s.m., natomiast w koekstrudatach kukurydzianych aż 18,2% tłuszczu w s.m. Koekstrudaty są bowiem natłuszczane, a więc w cenie wyrobu gotowego producenci sprzedają wtłoczony do ekstrudatu olej. Odrębnym zagadnieniem jest tu wartość energetyczna takiego pożywienia i co to ma wspólnego z produktem zbożowym. Jeżeli weźmie się pod uwagę, że omawiane wyżej WSI tego produktu wynosi 42%, oznacza to, że w takim produkcie 42% suchej masy stanowią cukry rozpuszczalne, następne 18,2% stanowi tłuszcz a tylko pozostałe 39,8% inne składniki.



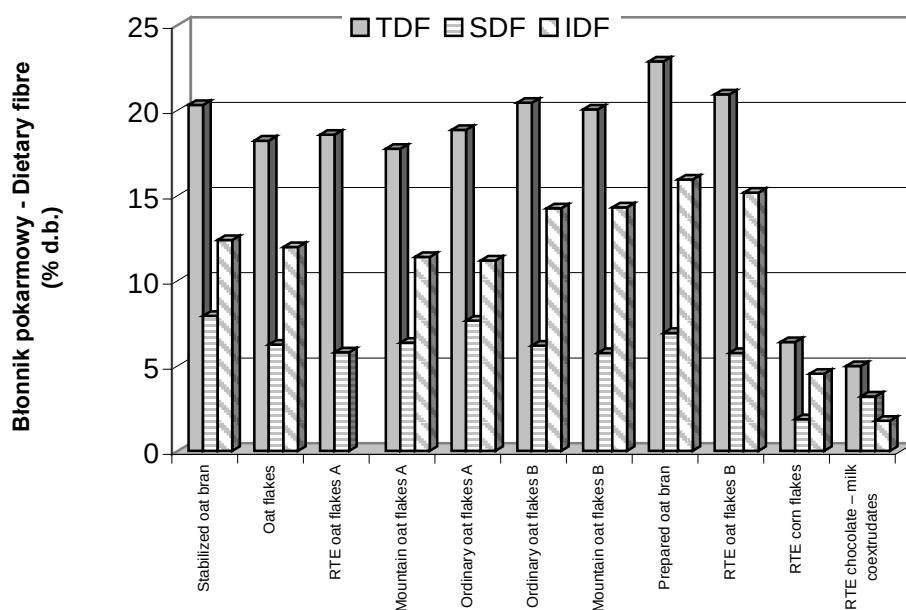
Rys. 5. Wyniki oznaczeń zawartości białka wybranych asortymentów zbóż śniadaniowych
Fig. 5. The protein content of different kinds of breakfast cereals



Rys. 6. Wyniki oznaczeń zawartości tłuszczu wolnego wybranych asortymentów zbóż śniadaniowych
Fig. 6. The free fat content of different kinds of breakfast cereals

Mówiąc o tłuszczu należy mieć na uwadze fakt, że wartości te odnoszą się do tłuszczu wolnego, a więc takiego, który może być wyekstrahowany rozpuszczalnikami niepolarnymi. Otwartą kwestią jest tłuszcz związany wchodzący w interakcje. Dotyczy to w szczególności produktów obrabianych termicznie, gdzie notuje się ilość tłuszczu związanego na poziomie nawet 62% tłuszczu całkowitego (Rzedzicki i in., 2004 a). Podobnie wysokie wartości wiązania tłuszczu odnotowali Guzman i wsp. (1992) oraz Wang i wsp. (1993).

W świetle najnowszych badań, najcenniejszym składnikiem owsa jest błonnik pokarmowy. Zawartość błonnika całkowitego oznaczonego metodą enzymatyczną (rys. 7) wynosiła od 17,89% s.m. w płatkach owsianych górskich A do prawie 22,87% s.m. w otrębach owsianych preparowanych. Są to znakomite wyniki, gdy zestawimy je z zawartością tego składnika w płatkach kukurydzianych w ilości 6,4% oraz koekstrudatach kukurydzianych w ilości 4,9%. O wyjątkowej wartości owsa decyduje jednak udział błonnika rozpuszczalnego w błonniku całkowitym; odnotowano jego udział w granicach 27,5–40,6% błonnika całkowitego. Największą zawartość błonnika pokarmowego rozpuszczalnego w suchej masie odnotowano w otrębach owsianych stabilizowanych (7,93% s.m.), natomiast najmniej było go w płatkach owsianych górskich B (5,75% s.m.). Zdecydowanie mniejszą zawartością tego składnika odznaczają się płatki kukurydziane (1,87% s.m.) i koekstrudaty kukurydziane (3,2% s.m.). Bardzo ostrożnie należy interpretować zawartość błonnika pokarmowego rozpuszczalnego w płatkach i koekstrudatach kukurydzianych.

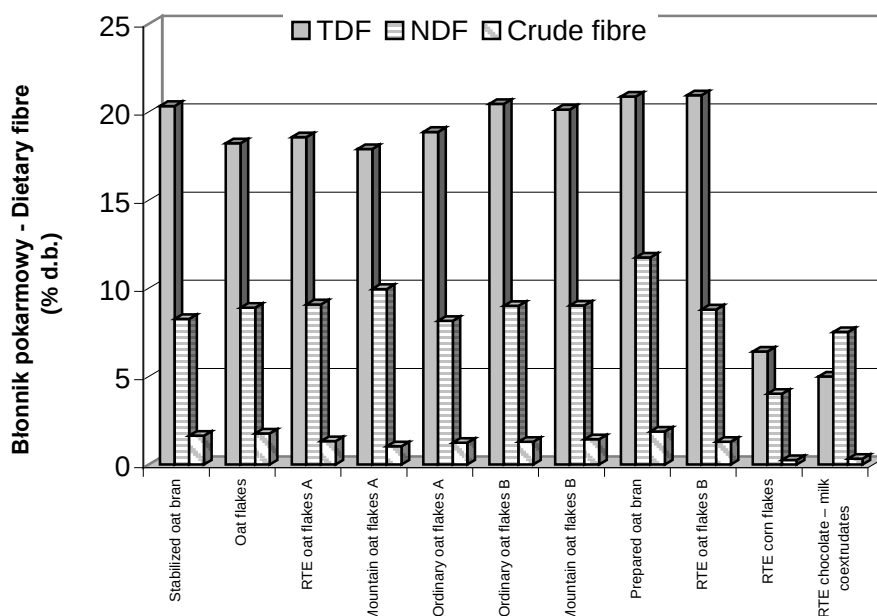


Rys. 7. Wyniki oznaczeń zawartości błonnika pokarmowego wybranych asortymentów zbóż śniadaniowych

Fig. 7. The dietary fibre content of different kinds of breakfast cereals

Są to bowiem produkty poddawane bardzo intensywnej obróbce termoplastycznej metodą ekstruzji. W wyniku oddziaływania wysokiej temperatury, ciśnienia i naprężeń stycznych rozbić ulegają nie tylko struktury skrobi powiększające drastycznie wartości WSI, ale takim samym procesom destrukcyjnym podlega także błonnik pokarmowy. W wyniku tych przemian odnotowuje się spadek zawartości błonnika całkowitego i nierozpuszczalnego i jednocześnie wzrost frakcji błonnika rozpuszczalnego (Rzedzicki i in., 2004 a). Podobny wpływ ekstruzji na zmiany zachodzące w poszczególnych frakcjach błonnika pokarmowego obserwowali także Larrea i wsp. (2005), Martin-Cabrejas i wsp. (1999) oraz Camire i wsp. (1993). „Sztucznie wytworzony” błonnik rozpuszczalny nie posiada jednak właściwości charakterystycznych dla błonnika rozpuszczalnego natywnego; nie jest więc prebiotykiem i nie posiada charakterystycznych właściwości sorbcyjnych (Camire i in., 1993). Znaczna część błonnika rozpuszczalnego w płatkach kukurydzianych to właśnie frakcja „sztucznie wytworzona”.

Błonnik rozpuszczalny w owsie tworzą głównie (1→3), (1→4)-β-D glukany, które poprawiają perystaltykę jelit, przedłużają czas przebywania treści w żołądku spowalniając tym samym proces trawienia, są niezwykle cennym prebiotykiem, najskuteczniej wpływającym na produkcję kwasu masłowego silnie zakwaszającego treść jelitową, hamującego tym samym rozwój bakterii gnilnych i chroniącego dolne odcinki przewodu pokarmowego przed chorobami nowotworowymi.



Rys. 8. Porównanie zawartości błonnika (różne metody) w wybranych asortymentach zbóż śniadaniowych

Fig. 8. Comparison of the contents of dietary fibre (different methods) of different kind of breakfast cereals

Rysunek 8 przedstawia porównawcze zestawienie wyników zawartości błonnika oznaczonego metodą enzymatyczną, detergentową i włókna surowego. Przy zastosowaniu metody detergentowej i przy oznaczaniu włókna surowego uzyskano bardzo rozbieżne wyniki w porównaniu do metody enzymatycznej. Wartości NDF wynosiły od 8,14% s.m. w płatkach owsianych zwykłych A do 11,74% s.m. w otrębach owsianych preparowanych (tab. 1). W metodzie weendejskiej wyniki także różniły się zasadniczo; zawartość włókna surowego odnotowano na poziomie od 1,03% s.m. w płatkach owsianych górskich A do 1,86% s.m. w otrębach owsianych preparowanych (tab. 1). Dwie ostatnie metody są metodami bardzo zawodnymi i niedokładnymi. Nie należy stosować tych metod szczególnie do produktów wysoko przetworzonych. Metody enzymatyczne AACC i AOAC są najbardziej dokładne, ponieważ oddają sens fizjologicznej definicji błonnika pokarmowego i są rekomendowane do praktyki analitycznej przez trzy kolejne Światowe Kongresy Błonnika Pokarmowego (Van der Kamp i in., 2004; Mc Cleary i in., 2001; Kritchewsky i in., 1995).

Tabela 1

Wyniki oznaczeń NDF, ADF, ADL, CEL, HCEL i włókna surowego
The content of NDF, ADF, ADL, CEL, HCEL and crude fiber (% d.b)

Nazwa produktu Product	NDF % s.m.	ADF % s.m.	ADL % s.m.	CEL % s.m.	HCEL % s.m.	Włókno surowe Crude fiber % s.m.
Otręby owsiane stabilizowane Stabilized oat bran	8,25	1,93	1,01	0,92	6,31	1,63
Płatki owsiane Oat flakes	8,89	1,96	1,08	0,88	6,93	1,76
Płatki owsiane błyskawiczne A RTE oat flakes A	9,08	1,79	0,96	0,83	7,28	1,32
Płatki owsiane górskie A Mountain oat flakes A	9,95	1,58	0,84	0,73	8,36	1,03
Płatki owsiane zwykłe A Ordinary oat flakes A	8,14	1,73	0,93	0,79	6,4	1,24
Płatki owsiane zwykłe B Ordinary oat flakes B	9,0	1,92	1,05	0,86	7,07	1,29
Płatki owsiane górskie B Mountain oat flakes B	9,02	1,90	0,96	0,93	7,12	1,43
Otręby owsiane preparowane Prepared oat bran	11,74	2,71	1,45	1,26	9,02	1,86
Płatki owsiane błyskawiczne B RTE oat flakes B	8,79	2,02	1,1	0,92	6,77	1,29
Płatki kukurydziane zwykłe RTE corn flakes	4,01	0,77	0,35	0,42	3,24	0,26
Koekstrudaty kukur. czekol.-mleczne RTE chocolate-milk coextrudates	7,51	1,61	0,95	0,66	5,9	0,32

NDF — Włókno neutralno-detergentowe; Neutral detergent fiber; ADF — Włókno kwaśno-detergentowe; Acid detergent fiber, HCEL — Hemiceluloza; Hemicellulose; CEL — Celuloza; Cellulose; ADL — Lignina; Lignin

Odnotowane zróżnicowanie składu chemicznego produktów owsianych, z wyjątkiem otrąb, nie wynika z parametrów obróbki (technologie ich produkcji są bardzo zbliżone), ale ze zróżnicowania odmianowego. Tylko w przypadku otrąb owsianych różnice w składzie

chemicznym mogą wynikać z parametrów przemiału i intensywności działania odsiewaczy.

Współczesna technologia żywności stawia przed hodowcami trudne zadanie wyhodowania odmian owsa o możliwie wysokiej zawartości białka, wysokiej zawartości błonnika całkowitego, wysokim udziale błonnika rozpuszczalnego w błonniku całkowitym oraz wysokim udziale (1→3), (1→4)- β -D glukanów w błonniku rozpuszczalnym. Oznacza to definitywne rozdzielenie kierunków hodowli odmian pastewnych i odmian na cele spożywcze. Takie prowadzenie prac hodowlanych wymaga intensywnej współpracy hodowców z technologami żywności. Tylko właściwy dobór materiału wyjściowego do krzyżówek, właściwy dobór metod analitycznych, zgodnych z najnowszymi światowymi standardami AACC i AOAC może zagwarantować sukces hodowlany i ukierunkować prace hodowlane we właściwych kierunkach. Prowadzona aktualnie współpraca naukowa „Hodowli Roślin, Strzelce” i Zakładu Inżynierii i Technologii Zbóż AR w Lublinie daje szansę na właściwe ukierunkowanie prac badawczych w tym zakresie.

WNIOSKI

1. Produkty owsiane charakteryzowały się szczególnie niską rozpuszczalnością suchej masy.
2. Badane produkty owsiane mogą wchodzić w skład postawy piramidy żywienia; nie można tego stwierdzić w przypadku przetworów kukurydzianych.
3. W badanych przetworach owsianych odnotowano wysoką zawartością błonnika pokarmowego całkowitego, nierozpuszczalnego i rozpuszczalnego.
4. Udział frakcji rozpuszczalnej błonnika pokarmowego w błonniku całkowitym zawierał się w przedziale 27,5–40,6%.
5. W porównaniu do przetworów kukurydzianych, produkty owsiane cechowały się wysokim udziałem tłuszczu wolnego i białka ogółem.
6. Wyniki oznaczeń składników balastowych przy zastosowaniu trzech różnych metod charakteryzowały się bardzo dużą rozbieżnością. Do dalszych badań poleca się tylko metodę enzymatyczną.
7. Do oceny zawartości składników strukturalnych zdecydowanie nie nadaje się metoda włókna surowego. Metoda detergentowa może być stosowana tylko do orientacyjnego śledzenia kierunkowości zmian zawartości tego składnika.
8. Istnieje pilna konieczność wykreowania kierunku prac hodowlanych nowych odmian owsa na cele spożywcze, cechujących się wysoką zawartością białka, wysoką zawartością błonnika pokarmowego, wysoką zawartością błonnika rozpuszczalnego, możliwie wysokim udziałem (1→3), (1→4)- β -D glukanów w błonniku rozpuszczalnym oraz niską zawartością tłuszczu.

LITERATURA

- Camire M. E., Zhao J., Violette D. A. 1993. In vitro binding of bile acids of extruded potato peels. *J. Agric. Food Chem.* 41: 2391 — 2394.
- Fornal Ł., Koziorok W. 2000. Charakterystyka wybranych cech chemicznych i funkcjonalnych produktów owsianych. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 6: 21 — 22.
- Guzman L. B., Lee T. C., Chichester C. O. 1992. Lipid binding during extrusion cooking. In: *Food Extrusion Science and Technology*, Marcel Dekker, Inc., New York: 427 — 436.
- Krichewsky D., Bonfield C. 1995. *Dietary fiber in health and disease*. Eagan Press, St. Paul, Minnesota, USA.
- Larrea M. A., Chang Y. K., Martinez Bustos F. 2005. Effect of some operational extrusion parameters on the constituents of orange pulp. *Food Chemistry* 89: 301 — 308.
- Marlet J. A. 1993. Comparison of dietary fiber and selected nutrient compositions of oat and other grain fractions. In: Wood J.: *Oat Bran*. AACC, St. Paul, Minnesota, USA: 49 — 82.
- Martin-Cabrejas M. A., Jamie L., Karanja C., Downie A. J., Parker M. L., Lopez-Andreu F. J., Maina G., Esteban R. M., Smith A. C., Waldron K. W. 1999. Modification to physicochemical and nutritional properties of hard-to-cook beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by extrusion cooking. *J. Agric. Food Chem.*, 47 (3): 1174 — 1182.
- Mc Cleary B., Prosky L. 2001. *Advanced dietary fibre technology*. Blackwell Science. U. K.
- Rzedzicki Z. 2005. Badania składu chemicznego wybranych błyskawicznych zbóż śniadaniowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, Tom XXXVII: 141 — 146.
- Rzedzicki Z., Zarzycki P. 2005. Badania procesu ekstruzji mieszanin z udziałem lędwianu i razówki owsianej. *Acta Agrophysica*: In press.
- Rzedzicki Z., Kozłowska H., Troszyńska A. 2004 a. Application of pea hulls for extrudate production. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 13/54: 363 — 368.
- Rzedzicki Z., Mysza A., Kasprzak M. 2004 b. Badania nad metodą oznaczania współczynnika rozpuszczalności suchej masy. *Annales UMCS*, vol. LIX, Sectio E, no 1: 323 — 328.
- Rzedzicki Z., Zarzycki P., Sobota A. 2004 c. Badania właściwości reologicznych ekstrudatów z udziałem komponentów owsianych. *Annales UMCS Sec. E*, 59: 315 — 322.
- Van der Kamp J. W., Asp N. G., Miller-Jones J., Schaafsma G. 2004. *Dietary fibre bio-active carbohydrates for food and feed*. Wageningen, Academic Publisher.
- Van Soest P. J., Wine R. H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous Leeds. IV: Determination of plant cell-wall constituents. *J. A.O.A.C.*, 50: 50 — 51.
- Van Soest P. J. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous Leeds. II: A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. A.O.A.C.*, 46: 829 — 835.
- Wang W. M., C. F. Klopfenstein, J. G. Ponte. 1993. Effects of twin-screw extrusion on the physical properties of dietary fiber and other components of whole wheat and wheat bran and of the baking quality of the wheat bran. *Cereal Chemistry*, 70: 712 — 717.
- Wood J. P. 1993. *Oat bran*. AACC, St. Paul, Minnesota, USA.