

WPLYW DODATKU KOMPONENTÓW WYSOKOBIAŁKOWYCH
NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE EKSTRUDATÓW
KUKURYDZIANO-OWSIANYCH

Piotr Zarzycki, Zbigniew Rzedzicki

Zakład Inżynierii i Technologii Zbóż, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Skromna 8, 20-704 Lublin
e-mail: piotr.zarzycki@up.lublin.pl

Streszczenie. Przeprowadzono badania nad wpływem komponentów wysokobiałkowych na właściwości fizyczne ekstrudatów kukurydziano-owsianych. Mieszanki kaszki kukurydzianej oraz otrąb owsianych wzbogacano razówką lędzwanową oraz pełnym mlekiem w proszku. Udział otrąb owsianych zmieniał się w zakresie od 3 do 18%. W części modelu doświadczenia wprowadzono 5% dodatek razówki lędzwanu oraz 0,5% dodatek pełnego mleka w proszku. Proces ekstruzji prowadzono na ekstruderze jednoślismakowym: L:D-12:1, stopień sprężania ślimaka 3:1, średnica matrycy 3,5 mm, obroty ślimaka 110 obr·min⁻¹, profil rozkładu temperatur cylindra 145/165/120°C. Przeprowadzone badania wykazały korzystny wpływ kompozycji mieszanek na właściwości fizyczne wyrobu końcowego. Komponenty wysokobiałkowe nie wpłynęły negatywnie na ekspandowanie promieniowe, gęstość właściwą i teksturę ekstrudatów. Proces ekstruzji w istotnym stopniu wpłynął na wzrost wodochłonności ekstrudatów. Badania wykazały dodatni wpływ zastosowanych komponentów wysokobiałkowych (razówka lędzwanu, pełne mleko w proszku) na wodochłonność ekstrudatów i ekstrudowanej masy.

Słowa kluczowe: ekstruzja, otręby owsiane, lędzwan, mleko w proszku, właściwości fizyczne

WSTĘP

Technologia ekstruzji jest powszechnie stosowana do produkcji szerokiego asortymentu produktów zbożowych, zwłaszcza różnego rodzaju galanterii śniadaniowej. W wyniku zespolonego działania ciśnienia, temperatury i naprężeń stycznych materiał jest mieszany, uplastyczniany aż do upłynnienia masy włącznie. W wyniku tak intensywnej obróbki dochodzi do gruntownych zmian właściwości fizycznych oraz obserwuje się istotne zmiany właściwości chemicznych przerabianego surowca (Hashimoto i Grossmann 2003, Mendonça i in. 2000, Rzedzicki i Wirkijowska 2006). Tak gruntowna zmiana postaciowości ekstrudowanej masy

może być wykorzystana do szerokiej modyfikacji cech fizycznych wyrobu gotowego. Istotny wpływ na zmiany właściwości wyrobu gotowego ma kompozycja ekstrudowanych mieszanek. Pozwala ona na modyfikację cech fizycznych jak również składu chemicznego otrzymanych ekstrudatów (Rzedzicki i Zarzycki 2005b, Rzedzicki i Zarzycki 2006).

Podstawowym surowcem stosowanym w ekstruzji, niezbędnym do wytworzenia fazy ciągłej, jest kaszka kukurydziana (Hashimoto i Grossmann 2003), produkowana z obłuszczonego i odzardokowanego ziarna kukurydzy. Taki sposób pozyskiwania tego surowca powoduje, że ekstrudaty otrzymane na bazie samej kaszki kukurydzianej cechuje bardzo niska zawartość białka, bardzo niska zawartość błonnika pokarmowego i w efekcie końcowym niska wartość żywieniowa. Konieczne jest, więc takie komponowanie składu mieszanek surowcowych, aby w maksymalnym stopniu zniwelować negatywne skutki łuszczenia i procesu przemiału ziarna kukurydzy (Fornal i Majewska 1995, Huth i in. 2000, Onwulata i in. 2001, Rzedzicki i Wrikijowska 2006). Szczególnie atrakcyjnymi surowcami, które powinny znaleźć zastosowanie w technologii ekstruzji są komponenty owsiane. Pozwalają one na znaczące wzbogacenie typowych ekstrudatów kukurydzianych w błonnik pokarmowy oraz umożliwiają pozyskanie ekstrudatów o niskich wartościach współczynnika rozpuszczalności suchej masy (WSI) (Rzedzicki i Zarzycki 2007, Rzedzicki i Zarzycki 2005a).

Udział komponentów owsianych w mieszankach poddawanych ekstruzji jest znacznie ograniczony. Wysoka zawartość tłuszczu, niska zawartość skrobi, wysoka zawartość (1→3) (1→4) β -D glukanów uniemożliwiają ustabilizowanie warunków wyłaczania przy wysokich udziałach komponentów owsianych. Badania przeprowadzone przez Fornal i in. (1995) na ekstruderze jednoślakowym wykazały, że już 10% udział owsa (mąka, łuska, ziarno) w mieszankach powodował obniżenie ekspandowania poniżej poziomu akceptowalności. Wyższe udziały komponentów owsianych udało się osiągnąć jedynie w przypadku zastosowania płatków owsianych poddanych wcześniej prażeniu. Możliwość zastosowania komponentów owsianych w technologii ekstruzji była także przedmiotem badań Rzedzickiego i in. (2000) oraz Rzedzickiego i Zarzyckiego (2005b). Wykazano, że w ekstruzji jednoślakowej przy zastosowaniu odpowiednich parametrów procesu możliwe jest wprowadzenie do mieszanek do 18% surowca owsianego (razówka, otręby). Uzyskane wyroby odznaczały się bardzo dobrymi właściwościami fizycznymi; barierę wyższego udziału stanowiła możliwość występowania „poślizgu” surowca w ekstruderze.

Wprowadzenie nawet 18% komponentów owsianych w niewielkim stopniu zwiększa zawartość białka w ekstrudatach i w znikomym stopniu pozwala na modyfikowanie składu aminokwasowego. Zawartość białka w tego typu wyrobach mogą znacząco zmienić dodatkowe komponenty wysokobiałkowe. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu kompozycji mieszanek na zmiany

właściwości fizycznych otrzymanych ekstrudatów, w szczególności możliwości wprowadzenia do ekstrudatów kukurydziano-owsianych dodatkowych komponentów wysokobiałkowych, razówki lędźwianowej i pełnego mleka w proszku, oraz określenie ich wpływu na właściwości fizyczne otrzymanych ekstrudatów.

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono na ekstruderze jednoślindakowym: L:D-12:1, stopień sprężania ślimaka 3:1, średnica matrycy 3,5 mm, obroty ślimaka 110 obr·min⁻¹, profil rozkładu temperatur cylindra 145/165/120°C. Zastosowano komercyjnie dostępną kaszkę kukurydzianą, otręby owsiane, razówkę lędźwianu siewnego (Derek) oraz pełne mleko w proszku (zaw. laktozy 39% s.m.). Nasiona lędźwianu rozdrabniano na rozdrabniaczu udarowym (typ H-111) do uzyskania średnicy zastępczej $\varphi = 0,63$ mm. Skład chemiczny surowców oraz właściwości fizyczne przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Skład chemiczny i wodochłonność (met. wirówkowa) surowców (%s.m.)

Table 1. Chemical composition and WAI (centrifuge method) of raw materials (%d.b)

Komponent Component	Białko Protein x ± SD	Tłuszcz Fat x ± SD	Popiół Ash x ± SD	Wł. surowe Crude fibre x ± SD	TDF	SDF x ± SD	IDF x ± SD	WAI % s.m.
Kaszka kukurydziana Corn meal	8,41 ±0,01	1,18 ±0,11	1,45 ±0,13	0,45 ±0,01	6,26	0,94 ±0,05	5,32 ±0,11	239 ±0,35
Otręby owsiane Oat bran	16,63 ±0,21	7,23 ±0,08	3,28 ±0,09	2,88 ±0,11	23,75	9,81 ±0,12	13,94 ±0,1	221 ±0,5
Razówka lędźwianu Everlasting pea	28,00 ±0,09	1,14 ±0,10	3,40 ±0,06	5,75 ±0,08	33,37	4,35 ±0,05	29,02 ±0,09	215 ±0,45
Pełne mleko w proszku Milk powder	27	29	5	–	–	–	–	–

TDF – błonnik całkowity – Total dietary fibre; SDF – błonnik pokarmowy rozpuszczalny – Soluble dietary fibre; IDF – błonnik pokarmowy nierozpuszczalny – Insoluble dietary fibre, WAI – wodochłonność – Water absorption index (metoda wirówkowa/centrifugal metod).

Z powyższych surowców sporządzano mieszanki o zróżnicowanym składzie zgodnie z przyjętym modelem doświadczenia (tab. 2). Oznaczano zawartość suchej masy, a następnie dowilżano do wilgotności 13,5%. Próby mieszano w miazarce bębnowej i kondycjonowano przez okres 12 h w celu zapewnienia właściwej dyfuzji wody, po czym ponownie określano zawartość suchej substancji. Wilgotność mieszanek (13,5%) przyjęto w oparciu o dotychczasowe badania (Rzedzicki i Zarzycki 2005b).

Tabela 2. Model doświadczenia

Table 2. Model of the experiment

Nr próby Sample No.	Komponenty – Component (%)				Sucha masa ekstrudatów Dry mass of extrudates (%)
	Kaszka ku- kurydziana Corn meal	Otręby ow- siane Oat bran	Lędźwian Everlasting pea	Pełne mleko w proszku Milk po- wder	
1	97	3			91,03
2	94	6			91,13
3	91	9	0	0	90,91
4	88	12			90,89
5	85	15			90,95
6	82	18			91,02
7	97	3			90,70
8	94	6			90,75
9	91	9	0	0,5	90,76
10	88	12			90,65
11	85	15			90,68
12	82	18			90,84
13	92	3	5		90,19
14	89	6	5		90,70
15	86	9	5	0	90,71
16	83	12	5		90,84
17	80	15	5		90,76
18	77	18	5		90,81
19	92	3			90,03
20	89	6			90,91
21	86	9	5	0,5	90,92
22	83	12			90,98
23	80	15			90,84
24	77	18			90,82

Stopień ekspandowania określano jako stosunek pola przekroju poprzecznego ekstrudatu do przekroju otworu matrycy (Rzedzicki 1996). Za miarę tekstury przyjęto wielkość energii potrzebnej do wielopłaszczyznowego przecięcia próby w przeliczeniu na 1g próby. Pomiary wykonano na urządzeniu do wielopłaszczyznowego ścinania (Rzedzicki 1994). Gęstość właściwą ekstrudatów określano jako stosunek masy ekstrudatu do jego objętości (Rzedzicki 1996). Badano również wodochłonność ekstrudowanego produktu metodą odciekową (Jao i in. 1985) oraz wodochłonność ekstrudowanej masy metodą wirówkową (WAI) (AACC, Method 88-04) stosując przeciążenie 5000 g i czas rozdziału 15 min. W zastosowanych surowcach oznaczano zawartość białka (AACC, Method 46-08, N x 6,25), tłuszczu (AACC, Method 30-10), włókna surowego (AACC, Method 32-10), popiołu (AACC, Method 08-01), błonnika pokarmowego całkowitego (TDF) oraz frakcji nierozpuszczalnej (IDF) i rozpuszczalnej (SDF); według metod AOAC, Method 991.43; AOAC Method 985.29; AACC, Method 32-07; AACC, Method 32-21; AACC, Method 32-05, wykorzystując zestawy enzymów i procedury firmy Megazyme.

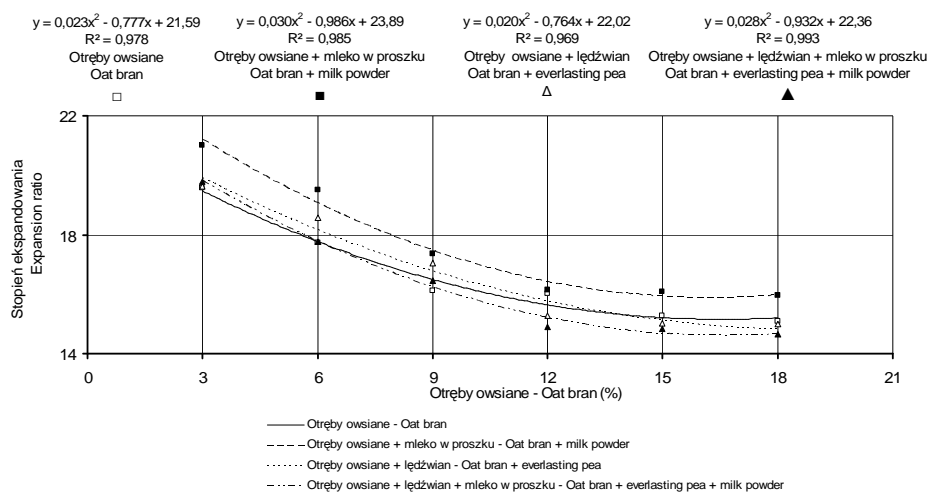
Pomiary stopnia ekspandowania i tekstury wykonywano w 52 powtórzeniach. Wodochłonność metodą odciekową i wirówkową wykonywano w sześciu powtórzeniach. Skład chemiczny oznaczano w trzech powtórzeniach. Obliczano wartość średnią, odchylenie standardowe i współczynnik zmienności. Jeżeli wartości współczynnika zmienności przekraczały wyznaczone granice błędów dla danej metody, badania powtarzano. Dla zmiennych ciągłych przeprowadzono analizę regresji. Wyznaczono równania regresji i współczynniki determinacji R^2 .

WYNIKI I DYSKUSJA

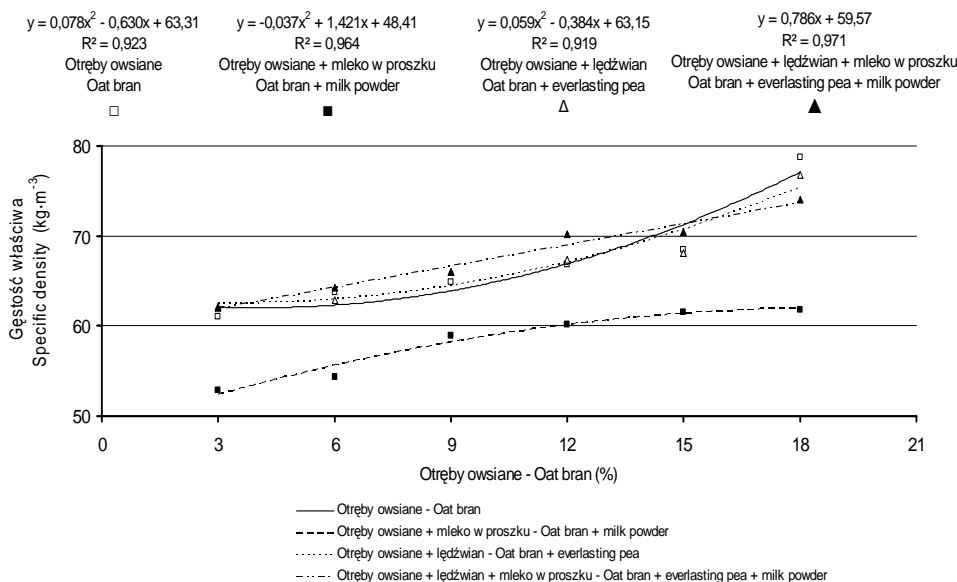
Zastosowanie w badaniach ekstrudera jednoślindakowego przy założonych parametrach procesu dało możliwość przetworzenia mieszanek z maksymalnym 18% dodatkiem otrąb owsianych. Wyższe udziały surowca owsianego uniemożliwiały osiągnięcie stabilnych warunków pracy ekstrudera. Wynikało to z pojawienia się „poślizgu” materiału i zaniku przepływu wstecznego materiału w cylindrze ekstrudera. Uzyskane wyniki były zbieżne z badaniami wcześniejszymi przeprowadzonymi dla mieszanek kaszki kukurydzianej z otrębami owsianymi oraz razówką owsianą (Rzedzicki i in. 2000, Rzedzicki i Zarzycki 2005b). Nie odnotowano negatywnego wpływu zastosowanych komponentów białkowych na przebieg procesu i możliwości ustabilizowania procesu wyłaczania.

Przeprowadzone badania wykazały zróżnicowany wpływ kompozycji mieszanek na właściwości fizyczne wyrobu końcowego. Zwiększenie udziału otrąb owsianych prowadziło do niewielkiego obniżenia stopnia ekspandowania (rys. 1), przy jednoczesnym wzroście gęstości właściwej (rys. 2). Notowane wartości

stopnia ekspandowania mieściły się w zakresie od 14,83 do 21,01. Gęstość właściwa zawierała się w przedziale od 52,9 do 78,7 kg·m⁻³. Uzyskane wartości świadczą, że przy 18% udziale surowca wysokobłonnikowego, możliwe było uzyskanie bardzo dobrze wyekspandowanego produktu o niskiej gęstości właściwej. Podobne wartości stopnia ekspandowania i gęstości właściwej notowano dla ekstrudatów z udziałem razówki owsianej (Rzedzicki i Zarzycki 2005b). Zmniejszenie stopnia ekspandowania promieniowego nie wpłynęło na równoważny wzrost gęstości właściwej, co można przypisać zwiększonemu ekspandowaniu wzdłużnemu. Wg niektórych autorów (Hsieh i in. 1991) w czasie ekstruzji surowców wysokobłonnikowych ekspandowanie wzdłużne przewyższa ekspandowanie promieniowe, dlatego też dla tego typu surowców współczynnik ekspandowania promieniowego może nie być dobrym wskaźnikiem ekspansji (Hoseney 1992, Rzedzicki 1996). Znajduje to potwierdzenie w uzyskanych wynikach. Korzystne wydaje się zatem jednoczesne śledzenie zmian ekspandowania promieniowego i gęstości właściwej. Odnotowano korzystny wpływ dodatku pełnego mleka w proszku na stopień ekspandowania i gęstość właściwą ekstrudatów (rys. 1 i 2). Wprowadzenie 0,5% dodatku pełnego mleka w proszku pozwoliło poprawić ekspandowanie promieniowe oraz obniżyć gęstość właściwą. Wartości stopnia ekspandowania ekstrudatów z dodatkiem mleka w proszku zawierały się w granicach 21,01-15,96. Dla gęstości właściwej wartości te wyniosły 52,9-61,8 kg·m⁻³.



Rys. 1. Stopień ekspandowania ekstrudatów dla poszczególnych komponentów
Fig. 1. Radial expansion of the extrudates for different components

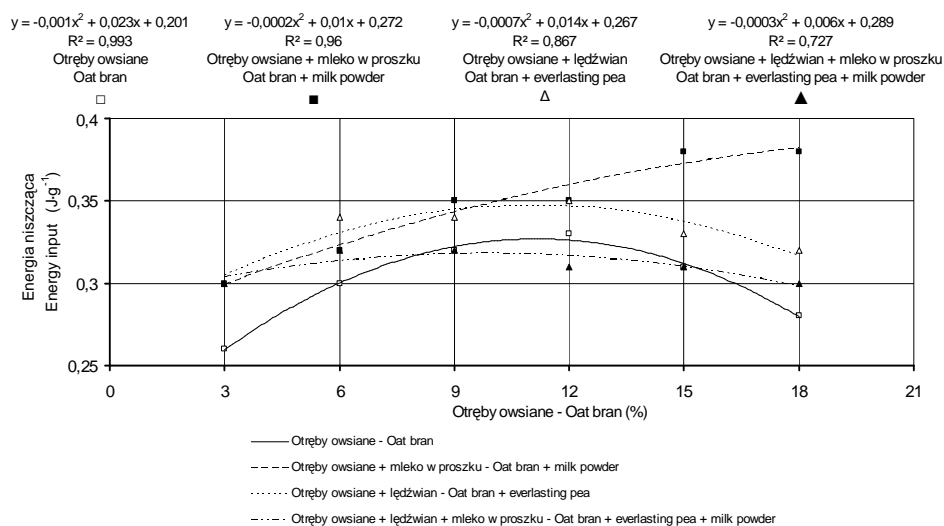


Rys. 2. Gęstość właściwa ekstrudatów dla poszczególnych komponentów

Fig. 2. Specific density of the extrudates for different components

Uzyskane wyniki są zbliżone z badaniami wcześniejszymi (Rzedzicki i Zarzycki 2005b). Potwierdza się zatem korzystny wpływ niewielkiego dodatku pełnego mleka w proszku na wartości stopnia ekspandowania i gęstości właściwej. Nie obserwowano natomiast większych zmian stopnia ekspandowania oraz gęstości właściwej w wyniku wprowadzenia do mieszanek razówki lędźwianowej. Również łączne wprowadzenie razówki lędźwianu i pełnego mleka w proszku nie powodowało pogorszenia analizowanych właściwości fizycznych. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość wzbogacania ekstrudatów kukurydziano-owsianych w komponenty białkowe bez pogorszenia stopnia ekspandowania i gęstości właściwej.

W przeprowadzonych badaniach nie odnotowano jednoznacznego wpływu kompozycji mieszanek na teksturę badanych ekstrudatów. Rysunek 3 przedstawia charakterystyczny przebieg krzywej energii niszczącej z maksymalnymi wartościami dla 9-12% udziału otrąb owsianych. Wyjątkiem są ekstrudaty kukurydziano-owsiane z 0,5% dodatkiem mleka w proszku, dla których następował nieznaczny wzrost wartości energii niszczącej w całym badanym zakresie udziału otrąb owsianych. Wartości energii niszczącej, dla wszystkich analizowanych prób, zawierały się w dość wąskim przedziale $0,26-0,38 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$. Takie wartości energii niszczącej gwarantują bardzo dobrą chrupkość ekstrudatów przeznaczonych do bezpośredniego spożycia.

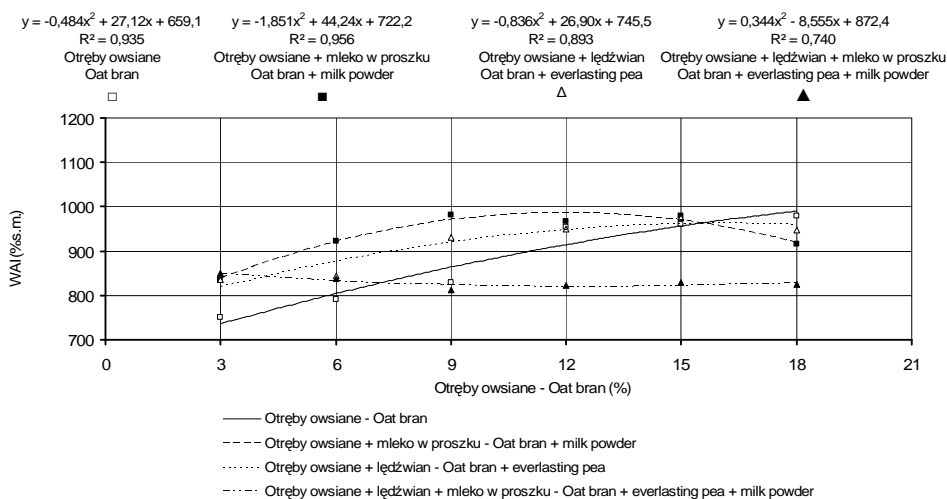


Rys. 3. Tekstura ekstrudatów dla poszczególnych komponentów
Fig. 3. Texture of the extrudates for different components

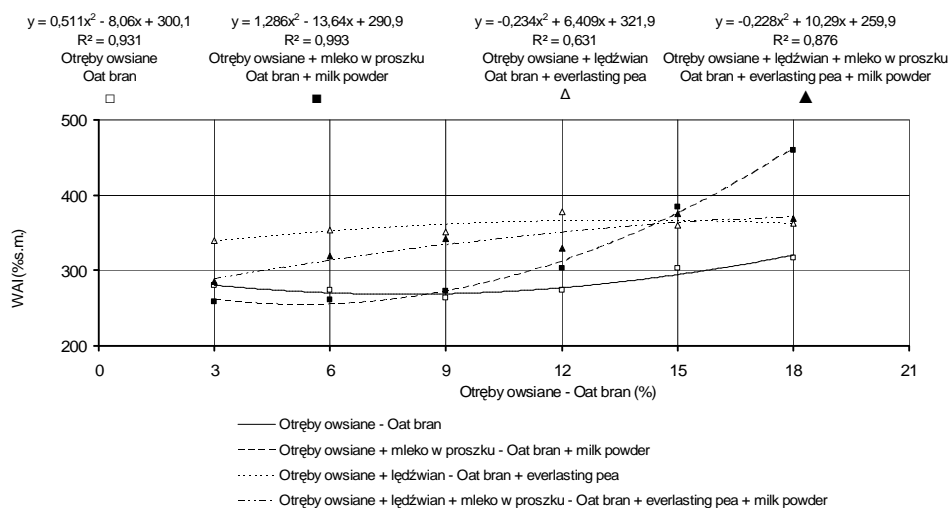
Proces ekstruzji prowadził do znacznego wzrostu wodochłonności ekstrudatów w porównaniu do surowca (tab. 1, rys. 4 i 5). Otrzymane ekstrudaty charakteryzowały się bardzo wysoką wodochłonnością: od 749,79 do 949,27% s.m. dla metody wirówkowej oraz od 258,8 do 459,8% s.m. dla metody odciekowej. Duże zróżnicowanie notowanych wartości wynikające z zastosowanej metody znajduje potwierdzenie w badaniach wcześniejszych (Rzedzicki i Zarzycki 2005b, Sobota i Rzedzicki 2004). Zależności takie mogą wynikać z krótkiego czasu uwadniania stosowanego w metodzie odciekowej (Rzedzicki i Sobota 1999). Metoda odciekowa określa całkowitą ilość wody, jaką dany produkt może wchłonąć w określonym czasie (15 min); jest więc wodochłonnością produktu w jego postaci handlowej. Metoda wirówkowa określa wodochłonność rozdrobnionej ekstrudowanej masy. W każdej serii badań odnotowano dodatnią korelację pomiędzy udziałem komponentu owsianego i komponentów wysokobiałkowych a wodochłonnością. Zwiększenie ich udziału w mieszankach przyczyniało się do zwiększenia wodochłonności, przy czym większy zakres zmian odnotowano w metodzie wirówkowej (749,79-979,13% s.m.).

Przeprowadzone badania potwierdziły, że wprowadzane w w/w ilościach komponenty wysokobiałkowe nie wywarły ujemnego wpływu na właściwości fizyczne otrzymanych ekstrudatów. Otrzymane ekstrudaty odznaczały się bardzo dobrymi właściwościami fizycznymi, porównywalnymi z ekstrudatami kukurydziano-owsianymi. Mając także na uwadze znaczącą poprawę wartości odżywczej

i zmianę składu aminokwasowego, w/w komponenty wysokobiałkowe powinny być stałym składnikiem mieszanek zbożowych poddawanych ekstruzji.



Rys. 4. Wodochłonność (WAI) dla poszczególnych komponentów – metoda wirówkowa
Fig. 4. WAI of the extrudates for different components – centrifuge method



Rys. 5. Wodochłonność (WAI) dla poszczególnych komponentów – metoda odciekowa
Fig. 5. WAI of the extrudates for different components – drip method

WNIOSKI

1. Zastosowanie dodatku pełnego mleka w proszku i razówki lędźwianowej nie wpłynęło negatywnie na badane właściwości fizyczne. Mleko w proszku poprawiało ekspandowanie promieniowe i gęstość właściwą.
2. Komponenty wysokobiałkowe nie pogarszały tekstury ekstrudatów
3. W wyniku ekstruzji nastąpił znaczny wzrost wodochłonności ekstrudatów w porównaniu do surowców. Odnotowano dodatnią korelację pomiędzy wodochłonnością ekstrudatów a udziałem komponentu owsianego i komponentów wysokobiałkowych.
4. Razówka lędźwianowa i mleko w proszku mogą być z powodzeniem stosowane jako składniki mieszanek zbożowych poddawanych ekstruzji

PIŚMIENNICTWO

- AACC. Approved Method of the American Association of Cereal Chemists. 2000.
- Fornal Ł., Majewska K., 1995. Mieszanki wieloskładnikowe w technologii ekstruzji. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 6, 25-26.
- Fornal Ł., Majewska K., Kondrasiuk R., Wójcik E., 1995. Application of oat grain in extrusion-cooking. Acta Acad. Agricult. Tech. Olst. Tech. Aliment., 28, 109-118.
- Hashimoto J. M., Grossmann M. V. E., 2003. Effects of extrusion conditions on quality of cassava bran/cassava starch extrudates. Int. J. of Food Sci. Technol., 38, 511-517.
- Hoseney R.C., 1992. Viscosity and structure of wheat starch. In: Kokini I.: Food Science and Technology. New York: M. Dekker Inc., 291-294.
- Hsieh F., Huff H.E., Lue S., Stringer L., 1991. Twin-screw extrusion of sugar beet fibre and corn meal. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 24, 495-500.
- Huth M., Dongowski G., Gebhardt E., Flamme W., 2000. Functional properties of dietary fibre enriched extrudates from barley. Journal of Cereal Science, 32, 115-128.
- Jao C. Y., Chen A. H., Goldstein W. E., 1985. Evaluation of corn protein concentrate: extrusion study. Journal of Food Science, 50, 1275-1280.
- Mendonça S., Grossmann M. V. E., Verhè R., 2000. Corn Bran as a Fibre Source in Expanded Snacks. Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 33, 2-8.
- Onwulata C.I., Konstance R.P., Smith P.W., Holsinger V.H., 2001. Co-extrusion of dietary fiber and milk proteins in expanded corn products. Lebensm.-Wiss. U.-Technol., 34, 424-429.
- Rzedzicki Z., 1994. New method of texture measurement of crisp food and feed. Int. Agrophysics, 8, 661-670.
- Rzedzicki Z., 1996. Studia nad procesem ekstruzji roślinnych surowców białkowych. Rozprawa habilitacyjna. AR Lublin.
- Rzedzicki Z., Sobota A., 1999. Badania nad procesem uwadniania ekstrudatów strączkowych. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1/2, 17-22.
- Rzedzicki Z., Szpryngiel B., Sobota A., 2000. Estimation of some chosen physical properties of extrudates obtained from corn semolina and oat bran mixtures. Int. Agrophysics, 14, 133-239.
- Rzedzicki Z., Wirkijowska A., 2006. Badania składu chemicznego wybranych kukurydzianych zbóż śniadaniowych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. Bromato. Chem. Toksykol., 39(S), 97-102.

- Rzedzicki Z., Zarzycki P., 2005a. Wpływ procesu ekstruzji mieszanek kukurydziano-owsianych na zmiany składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. *Żywność*, 4(45), 62-73.
- Rzedzicki Z., Zarzycki P., 2005b. Badania procesu ekstruzji mieszanin z udziałem lędwianu i razówki owsianej. *Acta Agrophysica*, 6(2), 515-528.
- Rzedzicki., Zarzycki P., 2006. Zmiany składu frakcyjnego błonnika pokarmowego mieszanek kukurydziano-owsianych w wyniku ekstruzji. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 39(S),17-22.
- Rzedzicki Z., Zarzycki P., 2007. Wpływ ekstruzji dwuślimakowej mieszanek z udziałem razówki owsianej na skład frakcyjny błonnika pokarmowego. *Żywność*, 1(50), 84-93.
- Sobota A., Rzedzicki Z., 2004. Badania nad technologią ekstruzji dwuślimakowej ekstrudatów z udziałem otrąb pszennych. *Annales UMCS. Sec. E.*, 59, 303-313.

EFFECT OF HIGH PROTEIN COMPONENT ON PHYSICAL PROPERTIES OF CORN-OAT EXTRUDATES

Piotr Zarzycki, Zbigniew Rzedzicki

Engineering and Cereals Technology Department, University of Life Sciences
ul. Skromna 8a, 20-704 Lublin
e-mail: piotr.zarzycki@up.lublin.pl

Abstract. The aim of the study was to determine the influence of high protein component on the physical properties of corn-oat extrudates. Mixtures of corn semolina and oat bran with addition of everlasting pea (5%) and full milk powder (0,5%) were extruded. Single screw extruder was used: L:D-12:1, compression ratio 3:1, die diameter 3.5 mm, screw speed 110 rpm and barrel temp. 145/165/120°C. The investigations show a positive effect of mixtures composition on the physical properties of extrudates. No negative effect of protein component (everlasting pea, full milk powder) on the expansion ratio, bulk density and texture of the extrudates was observed. Extrusion caused high changes in water absorption index (WAI) of extrudates and extruded mass. The water absorption of extrudates and extruded mass was positively correlated with protein components.

Keywords: extrusion-cooking, oat bran, everlasting pea, full milk powder, physical properties