

ZBIGNIEW RZEDZICKI

## BADANIA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA SUROWCÓW OWSIANYCH DO PRODUKCJI EKSTRUDATÓW SPOŻYWCZYCH

### Streszczenie

Mieszanki kaszki kukurydzianej i komponentów owsianych (owsa łuszczonego, otrąb owsianych i owsa nagoziarnistego) ekstrudowano na ekstruderze S-45 (L:D = 12:1). Badano wpływ udziału komponentów owsianych, wilgotności surowca, temperatury cylindra, stopnia sprężania na przebieg procesu i podstawowe właściwości fizyczne ekstrudatu. Obroy ślimaka i średnicę matrycy przyjęto w oparciu o badania pilotujące i wcześniejsze badania z udziałem komponentów owsianych. W szczególności analizowano te cechy, które decydują o przydatności ekstrudatu jako produktu spożywczego. W szczególności analizowano wydajność ekstrudera, ekspandowanie promieniowe, gęstość właściwą, teksturę, wodochłonność produktu i cechy organoleptyczne. Ekstruzja mieszanin kaszki kukurydzianej i komponentów owsianych pozwala na uzyskanie wysokiej jakości produktu, o bardzo dobrej teksturze przy udziale komponentów owsianych do 20 %. Komponenty owsiane, szczególnie rody owsa nagoziarnistego STM 3997 i STM 4097 można polecić jako znakomite surowce do produkcji ekstrudatów spożywczych.

**Słowa kluczowe:** ekstruzja, zboża, owies obłuszczone, owies nagoziarnisty, otręby owsiane.

### Wprowadzenie

Przez wiele lat komponenty owsiane były obecne w diecie człowieka w postaci owsianki lub też jako dodatek do pieczywa. W ostatnich latach szeroko prowadzone badania naukowe wykazały wielką przydatność owsa w żywieniu człowieka. Obecnie komponenty owsiane uważane są nie tylko za bardzo cenne źródło białka i NNKT ale przede wszystkim jako szczególnie atrakcyjne źródło włókna pokarmowego, w szczególności jego rozpuszczalnych frakcji. Szeroko prowadzone w świecie badania ambulatoryjne i ściśle badania kliniczne wykazały, że (1 -> 3), (1 -> 4)- $\beta$ -D-glukany owsa posiadają zdolność stabilizowania poziomu glukozy we krwi oraz posiadają zdolność nie tylko obniżania poziomu cholesterolu ogólnego we krwi, ale przede wszystkim pozwalają na obniżanie poziomu cholesterolu LDL i VLDL przy jednoczesnym podno-

szeniu poziomu cholesterolu HDL (Anderson, 1995; Anderson i Bridges, 1993). Mając na uwadze powyższe przesłanki przeprowadzono badania nad możliwością wprowadzenia komponentów owsianych do produkcji ekstrudatów spożywczych i pozyskiwania żywności prozdrowotnej.

## Materiały i metody

Mieszanki kaszki kukurydzianej i komponentów owsianych ekstrudowano na ekstruderze jednoślindakowym S 45 (L : D = 12 : 1, stopień sprężania ślimaka 3 : 1). Jako komponenty owsiane zastosowano owies obłuszczony, zakupiony w PZZ Lublin (odmiana nieznana), otręby owsiane oraz owies nagoziarnisty odmiany Akt i dwarody STM 3997 oraz 4097. Owies nagoziarnisty zakupiono w ZDHAR w Strzelcach. Nasiona owsa rozdrabniano na rozdrabniaczu bijakowym na sicie 3 mm i określano skład frakcyjny śruty (tabela nr 1). Określano także stopień oplewienia nasion owsa nagoziarnistego w stosunku ilościowym i wagowym (tabela nr 2). Badano wpływ udziału komponentów owsianych, rodzaju komponentu owsianego, wilgotności surowca, profilu rozkładu temperatur cylindra na przebieg procesu, możliwości ustabilizowania warunków wytłaczania, wydajność ekstrudera, ekspandowanie promieniowe, gęstość właściwą ekstrudatu, teksturę ekstrudatu, wodochłonność produktu i jakość produktu.

Tabela 1

Skład granulometryczny surowców.

Granulometric composition of raw materials.

| Fracja<br>[mm]                  | Udział frakcji w próbce [%] |                            |                   |       |          |          |
|---------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|-------|----------|----------|
|                                 | Kaszka<br>kukurydziana      | Śruta owsiana<br>(huszcz.) | Otręby<br>owsiane | Akt   | STM 3997 | STM 4097 |
| > 1.6                           | 0                           | 2.8                        | 2.34              | 1.04  | 0.58     | 1.46     |
| 1.6-1.2                         | 0.18                        | 12.04                      | 12.20             | 10.1  | 7.58     | 10.0     |
| 1.2-1.0                         | 5.8                         | 13.42                      | 17.35             | 16.19 | 14.94    | 12.69    |
| 1.0-0.8                         | 31.04                       | 15.94                      | 24.35             | 20.11 | 18.42    | 18.40    |
| 0.8-0.5                         | 40.28                       | 23.04                      | 25.12             | 16.59 | 15.43    | 17.66    |
| 0.5-0.265                       | 18.94                       | 12.96                      | 9.28              | 11.14 | 13.69    | 12.53    |
| <0.265                          | 3.76                        | 19.80                      | 9.36              | 24.84 | 29.36    | 27.26    |
| $\Sigma < 0.5$                  | 22.7                        | 32.30                      | 18.64             | 35.98 | 43.50    | 39.79    |
| Średnica<br>zastęp. $\varphi_z$ | 0.68                        | 0.75                       | 0.83              | 0.73  | 0.67     | 0.70     |

Tabela 2

Wyniki oznaczeń stopnia oplewienia owsa nagiego.

The results of evaluation of husk ratio of naked oat.

| Odmiana<br>owsa nagiego | Ziarna nieoplewione |              | Ziarna oplewione |              | % oplewienia |           |
|-------------------------|---------------------|--------------|------------------|--------------|--------------|-----------|
|                         | masa [g]            | ilość [szt.] | masa [g]         | ilość [szt.] | wagowy       | ilościowy |
| AKT                     | 17.0                | 871          | 2.9              | 129          | 14.57        | 12.9      |
| STM 3997                | 19.2                | 986          | 0.31             | 14           | 1.58         | 1.4       |
| STM 4097                | 19.0                | 988          | 0.26             | 12           | 1.34         | 1.2       |

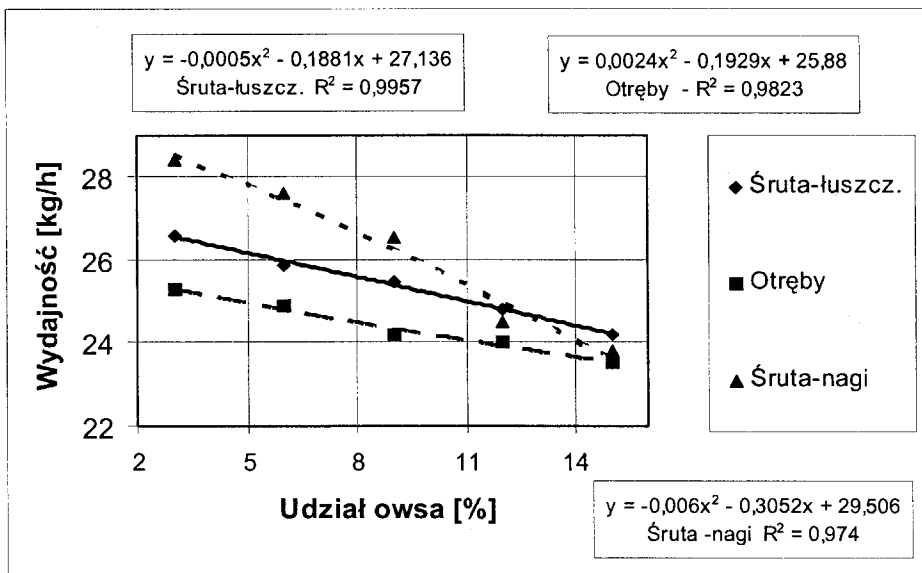
Zakresy obrotów ślimaka i średnicę matrycy przyjęto w oparciu o badania pilotujące i wcześniejsze badania z udziałem komponentów owsianych (Rzedzicki, 1998). W ocenie organoleptycznej oceniano wygląd ekstrudatu ze szczególnym uwzględnieniem zmian koloru i ewentualnego brązowienia, smak, chrupkość, kleistość i łączną ocenę końcową. Do każdej próby dodawano także sól w ilości 1%. Przebadano także możliwości dodawania mleka w proszku w ilości 0,25% i 0,5%. Ekspandowanie promieniowe określano jako stosunek powierzchni przekroju poprzecznego ekstrudatu do powierzchni przekroju poprzecznego matrycy (Rzedzicki, 1996), gęstość właściwą określano jako masę 1 m<sup>3</sup> ekstrudatu z uwzględnieniem tylko wewnętrznych porów produktu (Rzedzicki, 1996), wodochłonność badano według metody Jao (1985), teksturę określano według własnej metody (Rzedzicki, 1994), analizę sitową i średnicę zastępczą wyznaczano według własnej metody (Rzedzicki, 1996). W oparciu o wcześniejsze własne doświadczenia badawcze, przy ustalaniu temperatury cylindra przyjmowano stałą różnicę pomiędzy sekcjami równą 20°C oraz temperaturę głowicy 120°C.

## Wyniki i dyskusja

Komponenty owsiane są trudnym surowcem do pozyskiwania ekstrudatów spożywczych. Wysoka zawartość tłuszczu i specyfika skrobi owsianej powodują, że trudno jest uzyskać w ekstruderze warunki do upłynniania masy i właściwego przepływu wstecznego materiału, a tym samym uzyskania stabilnych warunków wytłaczania. Stąd też przy wyższych udziałach procentowych komponentów owsianych obserwuje się poślizg surowca i przerywanie procesu ekstruzji. Przy tak zachwianych warunkach wytłaczania ekstruder pracuje jako zwykły przenośnik ślimakowy i nie można wtedy w ogóle mówić o procesie ekstruzji. W analizowanych zakresach parametrów procesu i cech surowca możliwe było uzyskanie stabilnych warunków pracy ekstrudera przy udziale otrąb owsianych do 18%, śruty owsianej z owsa łuszczonego do 20% oraz śruty z nasion owsa nagoziarnistego do 15%.

Przeprowadzone badania dla owsa nagoziarnistego odmiany Akt i rodów STM 3997 i STM 4097 nie wykazały większych różnic w ich przydatności w technologii ekstruzji. Uzyskiwane wyniki dla tych odmian były zbliżone, stąd też ze względu na objętość pracy prezentuje się na rysunkach wyniki rodu STM 3997 jako najbardziej reprezentatywne.

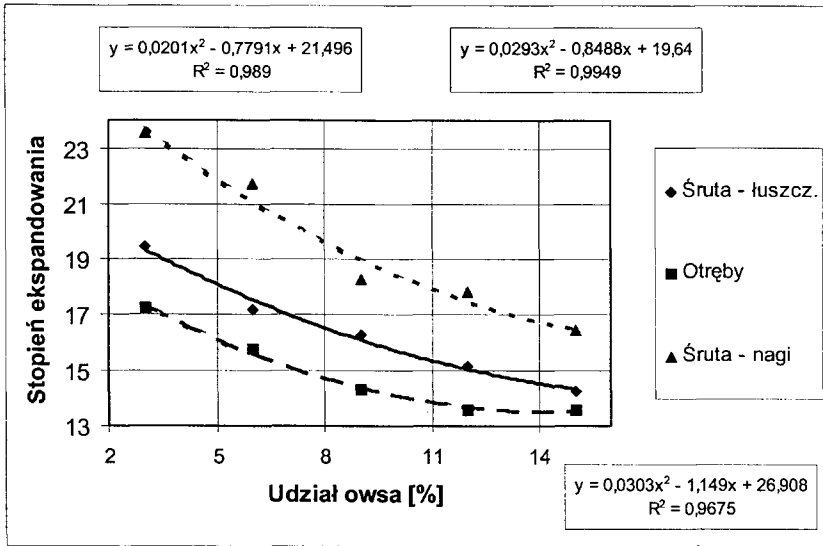
Wprowadzenie do składu mieszanki komponentów owsianych powoduje nieznaczny spadek wydajności ekstrudera (rys. 1). Jest to wynik zaskakujący, bowiem przy podwyższonej zawartości tłuszczu w mieszaninie należało oczekiwać zwiększonej wydajności. Tak więc komponenty owsiane muszą wpływać na wzrost wstecznego przepływu materiału. Spadki wydajności są jednak niewielkie i nie powinny istotnie wpływać na koszty produkcji. W przypadku badanych komponentów owsianych możliwe jest uzyskiwanie dla ekstrudera S-45 wydajności około 25 kg/h.



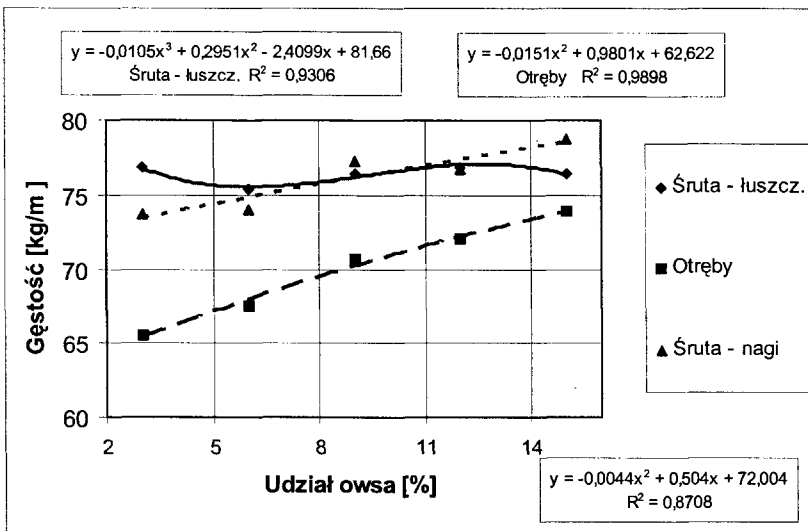
Rys. 1. Wpływ udziału komponentów owsianych na wydajność ekstrudera.

Fig. 1. The influence of the rate of oat components on the capacity of extrusion-cooker.

W miarę wzrostu udziału komponentów owsianych obserwuje się spadek ekspandowania promieniowego. Najbardziej ekspandowały ekstrudaty z udziałem owsa nagoziarnistego, gdzie notowano nawet stopień ekspandowania równy 23 (rys. 2). Należy jednak zaznaczyć, że odnotowane nawet najniższe wartości ekspandowania promieniowego nie dyskwalifikują produktu, bowiem nawet stopień ekspandowania równy 15 jest bardzo dobrym parametrem dla tego typu wyrobów. Uzyskane w równaniach regresji bardzo wysokie wartości współczynników determinacji  $R^2$  (rys. 2) świadczą, że jest to stała prawidłowość dla każdego z badanych surowców.



Rys. 2. Wpływ udziału komponentów owsianych na ekspandowanie promieniowe ekstrudatu.  
 Fig. 2. The influence of the rate of oat components on the radial expansion of the extrudate.

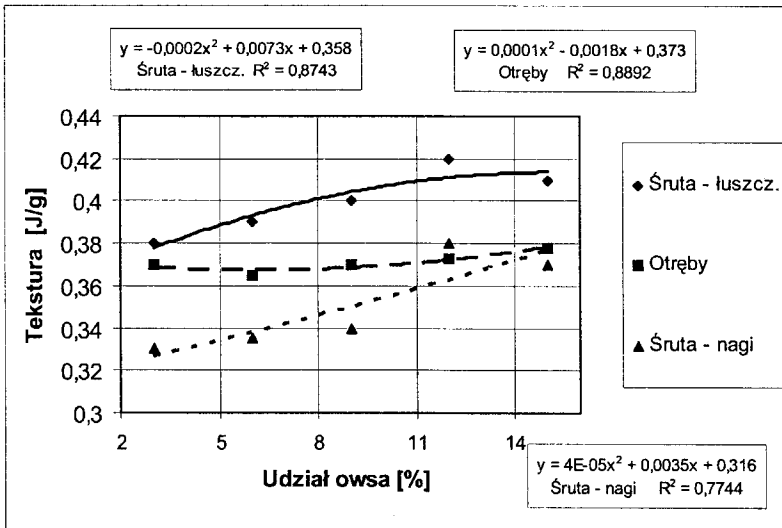


Rys. 3. Wpływ udziału komponentów owsianych na gęstość właściwą ekstrudatu.  
 Fig. 3. The influence of the rate of oat components on the specific density of the extrudate.

Spadkowi ekspandowania promieniowego nie towarzyszy w takim samym stopniu wzrost gęstości właściwej (rys. 3). Odnotowany zakres gęstości od 65 do 78 kg/m<sup>3</sup> świadczy, że dodatek komponentów owsianych nie wpływa znacząco na wzrost gęstości ekstrudatu i to nie wzrost gęstości jest barierą ograniczającą możliwości zastosowa-

nia owsa w technologii ekstruzji. Czynnikiem ograniczającym jest bowiem zachwianie warunków wytłaczania, i występowanie poślizgu surowca. Pewnym zaskoczeniem są najniższe gęstości ekstrudatów uzyskanych z udziałem owsa nagoziarnistego STM 3997, niższe nawet od ekstrudatów z udziałem otrąb owsianych.

Ekstrudaty z udziałem komponentów owsianych poddano szczegółowym badaniom tekstury. W miarę wzrostu udziału komponentów owsianych obserwuje się tylko nieznaczny wzrost energii niszczonej a uzyskiwany zakres tego parametru zawiera się w przedziale 0,32–0,42 J/g jest bardzo dobry dla tego typu wyrobów (rys. 4). Najlepszą chrupkością charakteryzowały się ekstrudaty z udziałem owsa nagoziarnistego, nawet lepszą niż ekstrudaty z udziałem otrąb. Jakość tekstury ekstrudatu warunkuje nie tylko udział komponentów owsianych ale także inne parametry procesu. Znacząco na jakość tekstury wpływa także wilgotność ekstrudowanej mieszanki (rys. 5). W badanym przedziale wilgotności obserwowano spadek wartości energii niszczonej w miarę wzrostu wilgotności surowca. Przy innych surowcach uzyskuje się często wyniki rozbieżne. W mniejszym stopniu na wielkość energii niszczonej wpływa temperatura cylindra (rys. 6). Znaczące różnice zaobserwowano tylko dla ekstrudatów z udziałem śruty owsianej z owsa obłuszczonego. Należy jednak zaznaczyć, że w niniejszej pracy analizowane są tylko takie zakresy parametrów procesu i cech surowca, przy których uzyskiwany produkt może być akceptowalny jako ekstrudat spożywczy.

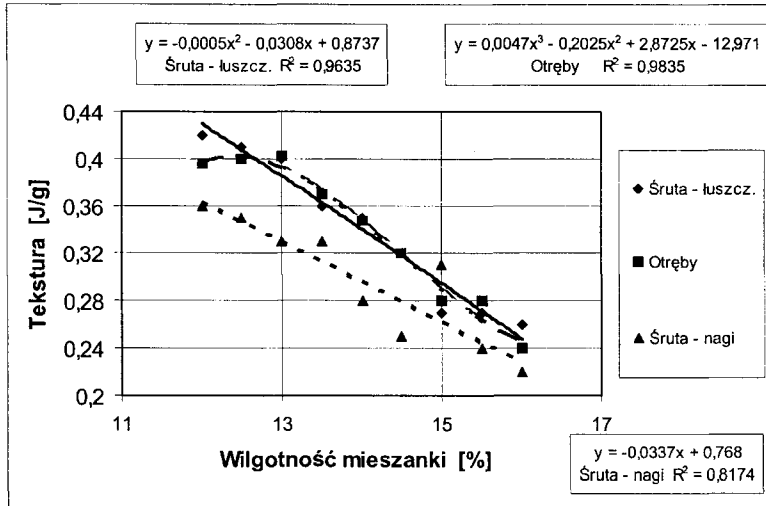


Rys. 4. Wpływ udziału komponentów owsianych na teksturę ekstrudatu.

Fig. 4. The influence of the rate of oat components on the texture of the extrudate.

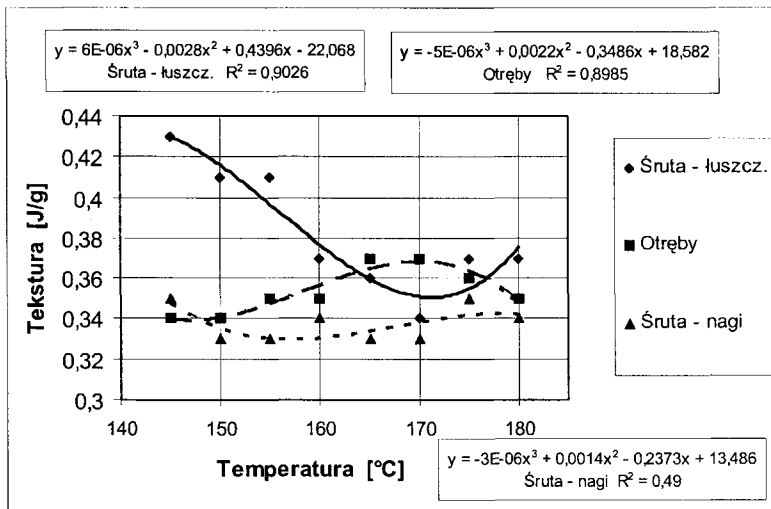
Ekstrudaty z udziałem owsa charakteryzują się bardzo wysoką wodochłonnością (rys. 7), wzrastającą w miarę wzrostu udziału komponentów owsianych w mieszaninie.

Uzyskiwane wartości zawierały się w zakresie od 380 nawet do 540%. Zgodnie z oczekiwaniem najwyższe wartości wodochłonności odnotowano dla ekstrudatów z udziałem otrąb owsianych.



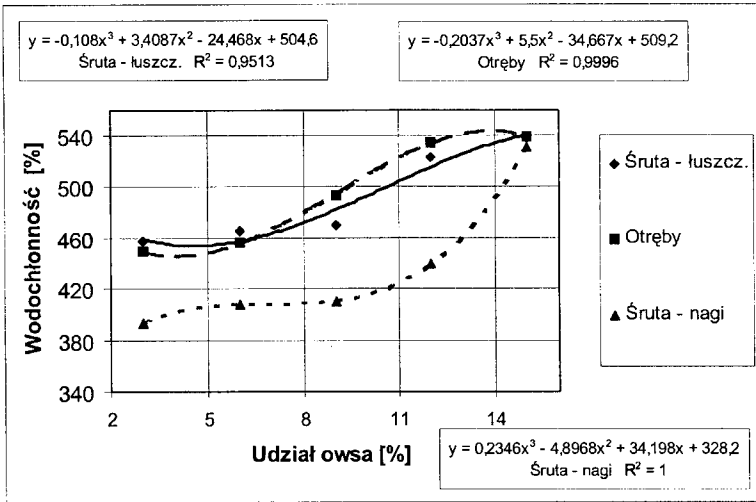
Rys. 5. Wpływ wilgotności mieszanki na tekturę ekstrudatu.

Fig. 5. The influence of the moisture content of the raw material on the texture of the extrudate.

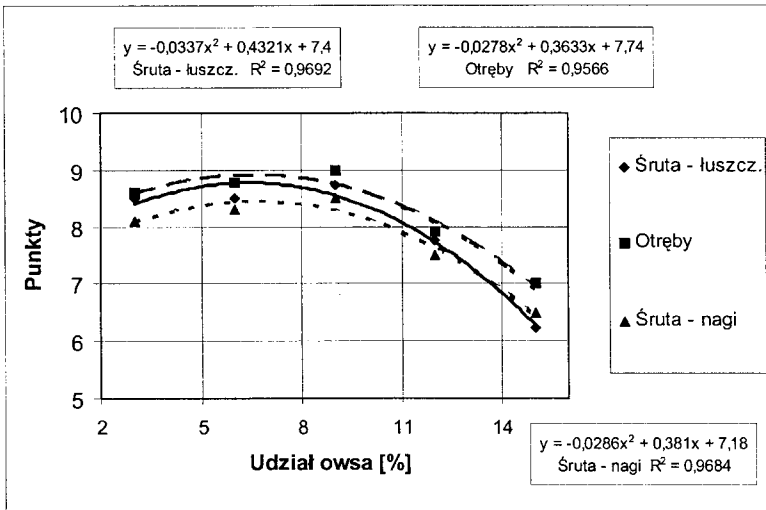


Rys. 6. Wpływ temperatury cylindra na tekturę ekstrudatu.

Fig. 6. The influence of the barrel temperature on the texture of the extrudate.



Rys. 7. Wpływ udziału komponentów owsianych na wodochłonność ekstrudatu.  
 Fig. 7. The influence of the rate of oat components on WAI of the extrudate.



Rys. 8. Wpływ udziału komponentów owsianych na wyniki oceny organoleptycznej ekstrudatu.  
 Fig. 8. The influence of the rate of oat components on results of the organoleptic tests.

Przeprowadzono także badania organoleptyczne uzyskanych ekstrudatów (rys. 8) przy zastosowaniu skali dziewięciopunktowej. Wszystkie ekstrudaty, bez względu na rodzaj komponentu owsianego, były oceniane bardzo wysoko. Przy udziale komponentów owsianych do 10%, ekstrudaty uzyskiwały oceny bliskie 9 punktów. Szczególnie wysoko oceniano cechę kleistości. Ekstrudaty z udziałem owsa nie przyklejają się do dżulek tak jak to występuje w przypadku ekstrudatów z samej kaszki kukurydzia-



nej. Podobnie wysoko oceniano wygląd produktów. Cechowały się one przyjemną, jasną barwą, jaśniejszą niż ekstrudaty kukurydziane. W czasie oceny organoleptycznej dało o sobie znać wysokie oplewienie odmiany Akt. W ocenie dawały się bowiem wyczuwać resztki łuski, co jest faktem dyskwalifikującym ten produkt. Nie odnotowano takich faktów przy ocenie rodów STM 3997 i STM 4097.

Badania nad zastosowaniem owsa w technologii ekstruzji prowadzili także inni autorzy (Gąsiorowski i wsp., 1995; Fornal i wsp., 1995; Fornal, 1998). Różna jest jednak interpretacja uzyskanych wyników. Przedstawione w niniejszej pracy szczegółowe wyniki (rys. 2–6) wykazały, że w badanych przedziałach parametrów procesu, ekstrudaty z udziałem owsa są wysokiej jakości i nadają się do bezpośredniego spożycia jako chrupki lub też mogą być świetnym półproduktem do produkcji płatków śniadaniowych. Czynnikiem ograniczającym jest tu tylko i wyłącznie górna granica udziału komponentu owsianego, powyżej której następuje zachwianie warunków wytłaczania, zanik przepływu wstecznego w ekstruderze i w konsekwencji poślizg surowca. Używanego w takich niestabilizowanych warunkach produktu nie można w ogóle nazywać ekstrudatem, bowiem materiał w takich okolicznościach jest tylko przetransportowany przez ekstruder a nie przeekstrudowany. Zastosowanie wyższych udziałów komponentów owsianych w technologii ekstruzji wymaga prowadzenia dalszych prac badawczych zarówno nad technicznymi jak i technologicznymi aspektami tego procesu.

## Wnioski

Komponenty owsiane mogą być cennym surowcem w technologii ekstruzji.

Udział komponentów owsianych nawet przy zastosowaniu prostych ekstruderów jednoślimakowych może dochodzić: otręby owsiane do 18%, śruta z owsa łuszczonego do 20%, śruta z owsa nagoziarnistego do 15%.

Wprowadzenie do kaszki kukurydzianej komponentów owsianych nie pogarsza jakości ekstrudatu i podstawowych właściwości fizycznych.

Ekstrudaty z udziałem owsa oceniane są w testach organoleptycznych nie gorzej od ekstrudatów kukurydzianych.

Szczególnie cennym surowcem w technologii ekstruzji mogą być badane rody owsa nagoziarnistego STM 3997 i STM 4097.

## LITERATURA

- [1] Anderson J.W.: Cholesterol-Lowering Effects of Soluble Fiber in Humans. *Dietary Fiber in Health and Disease*. Eagan Press. St. Paul, Minnesota, USA, 1995, 126.
- [2] Anderson J.W., Bridges S.R.: Hypocholesterolemic Effects of Oats Bran in Human. *Oats Bran*. AACC, St. Paul, Minnesota, USA, 1993, 139.

- [3] Fornal Ł., Majewska K.: Mieszanki wieloskładnikowe w technologii ekstruzji. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, **6**, 1995, 25-26.
- [4] Fornal Ł., Majewska K., Kondrusik R., Wójcik E.: Application of oat grain in extrusion - cooking. *Acta Acad. Agricult. Tech. Olst., Technol. Aliment.*, **28**, 1995, 109-118.
- [5] Fornal Ł.: Ekstruzja produktów skrobiowych - nowe wyroby. *Pasze Przemysłowe*, **3**, 1998, 7-14.
- [6] Gąsiorowski H., Kawka A., Kiryluk J., Kołodziejczyk P.: Wykorzystanie mąki owsianej do ekstruzji. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, **VI**, 1995, 2.
- [7] Goering H.K., Van Soest P.J.: Forage Fibre Analysis. *USDA Agricult. Handbook*, **no 379** 1970.
- [8] Jao C.Y., A.H. Chen, W.E. Goldstein: Evaluation of corn protein concentrate: extrusion study. *Journal of Food Science*, **50**, 1985, 1275.
- [9] Rzedzicki Z., New method of texture measurement of crisp food and feed. *Int. Agrophysics*, **8**, 1994, 661.
- [10] Rzedzicki Z.: *Studia nad procesem ekstruzji roślinnych surowców białkowych*. WAR Lublin. 1996.
- [11] Rzedzicki Z.: Physical properties of corn - oat bran snacks. *International Agrophysics*. W druku, 1998.

### **THE INVESTIGATION ON THE APPLICATION OF OAT COMPONENTS FOR THE EXTRUDED FOOD**

#### S u m m a r y

Corn semolina and oat components (dehulled oat, oat bran and naked oat) were processed on a single screw extrusion-cooker S-45 (L:D=12:1). The investigations concerned the influence of the rate of oat components, moisture content of the raw materials, temperature, the compression ratio of the screw on the extrusion cooking process, physical and chemical properties of the extrudate as well. The die diameter and the screw speed were determined on the results on our previous research. Those properties were mainly tested, which influence application of the product as a food snack. With the great care were measured: radial expansion ratio, the specific density, the output of the extrusion-cooker, WAI and its influence on the texture. Extrusion-cooking of corn-oat mixtures allowed to obtain a very good quality snack product, with a very good texture, with oat rate up to 20%. Oat components, mainly naked oat STM 3997 and STM 4097, could be recommended as the best one component for cereals snack production. ❖