

## ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH PIECZYWA PSZENNEGO POD WPŁYWEM DODATKU MĄKI SOJOWEJ

*Dariusz Dziki, Monika Siastala, Janusz Laskowski*

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy  
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin  
e-mail: [dariusz.dziki@up.lublin.pl](mailto:dariusz.dziki@up.lublin.pl)

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie wpływu dodatku odtuszczonej mąki sojowej na wybrane właściwości fizyczne oraz cechy tekstury miękiszu pieczywa pszenne. Do badań przygotowano mieszaniny mąki pszennej z mąką sojową w udziale 0,0; 2,5; 5; 7,5 i 10% w odniesieniu do mąki pszennej. Dla tak przygotowanych próbek określono wskaźnik bieli, a następnie sporządzano ciasto i przeprowadzono próbny wypiek laboratoryjny. Uzyskane pieczywo po ostygnięciu zważono, określono jego objętość i obliczono gęstość. W dalszej części badań wyznaczono wskaźnik bieli miękiszu oraz przeprowadzono ocenę cech tekstury (test TPA). Stwierdzono, że wraz z dodatkiem mąki sojowej zmniejszała się objętość pieczywa (średnio od 374 do 267 cm<sup>3</sup>/100 g), wzrastała natomiast gęstość (średnio od 0,40 do 0,57 g·cm<sup>-3</sup>). Wskaźnik bieli zmieniał się w zakresie od 81,2% dla mąki bez udziału preparatu z soi do 78,1% dla mieszaniny z 10% udziałem mąki sojowej. Wykazano ponadto, że wzrost udziału preparatu z soi wpłynął na zwiększenie twardości, gumowatości i zuwalności miękiszu pieczywa. Współczynniki korelacji liniowej odpowiednio wyniosły 0,90; 0,92 i 0,93. Zmniejszała się natomiast elastyczność miękiszu ( $r = -0,90$ ).

**Słowa kluczowe:** pieczywo, soja, właściwości fizyczne, tekstura

### WSTĘP

Pieczywo odgrywa podstawową rolę w żywieniu człowieka. Stanowi w diecie około 80% wszystkich produkowanych przetworów zbożowych i jest ważnym źródłem składników energetycznych, budulcowych i regulujących (Świdorski 1999). W ostatnich latach obserwuje się coraz szersze zastosowanie zbóż niechlebowych oraz nasion roślin prozdrowotnych w produkcji pieczywa (Dziki i Laskowski 2005, Kawka 2009).

Soja (*Glycine max*) jest używana od wieków na Dalekim Wschodzie i nadal stanowi podstawowy składnik codziennej diety (Doxastakis i in. 2002). Zarówno

pełnotłustą jak i odtłuszczoną mąkę sojową stosuje się jako składnik w przygotowaniu przekąsek wysokobiałkowych (Senthil i in. 2002). Mąka sojowa jest coraz częściej stosowana w wielu krajach, ponieważ stanowi dobre źródło pełnowartościowych białek roślinnych o niskiej zawartości tłuszczów. Wartość żywieniowa soi nie jest jedynym atutem stosowania tego dodatku. Surowiec ten odgrywa ważną rolę dla zdrowia (Steinke 1992), gdyż efektywnie zapobiega chorobom układu krążenia i nowotworom (Giovannucci i in. 1995, Scheiber i in. 2001, Castle i Thrasher 2002, Hasler, 2002). Soja i jej przetwory mogą być również wykorzystywane przy produkcji różnych gatunków pieczywa i wyrobów cukierniczych (Williams i Pollen 1998).

W Polsce świadomość pozytywnego wpływu dodatku preparatów sojowych na jakość i wartość żywieniową pieczywa jest jeszcze niewielka. Wzbogacenie chleba w mąkę sojową może znacznie polepszyć jakość białek zbożowych, przy niewielkim wzroście kosztów produkcji (El-Adawy 1997). Dodatek soi do pieczonych produktów wpływa również na cechy sensoryczne wyrobów (Vittadini i Vodovotz 2003). Matthew i in. (1970) wykazali, że mąka z nasion oleistych dodawana do mąki pszennej zwiększa jej wodochłonność.

Celem nierniejszej pracy było określenie wpływu dodatku mąki sojowej do mąki pszennej na właściwości fizyczne i cechy tekstury pieczywa.

#### METODYKA BADAŃ

Surowcami użytymi do otrzymania chlebów były mąka pszenna typ 820 (wilgotność 14,5%, zawartość i rozpląwalność glutenu odpowiednio 28% i 8 mm, liczba opadania 385 s, wodochłonność mąki 58,6%), odtłuszczona mąka sojowa (wilgotność 12,8%, białko 66%, węglowodany 16%, błonnik 4%, tłuszcz 1,2%), sól spożywcza, drożdże suszone, woda wodociągowa.

Do badań zastosowano dodatek mąki sojowej w ilości: 2,5; 5; 7,5 i 10% do mąki pszennej. Pieczywo wykonane bez udziału preparatu z soi stanowiło próbę kontrolną. Dla uzyskanych mieszanin określono biel mąki, wykorzystując miernik MB-3M (Sadkiewicz i in. 2004). W celu uzyskania ciasta o jednakowej konsystencji, określono wodochłonność przygotowanych mieszanek, wykorzystując do tego celu urządzenie do pomiaru wodochłonności (Sadkiewicz i in. 2004). Wypiek pieczywa przeprowadzono metodą jednofazową (Jakubczyk i Haber 1983). Do badań wykorzystano zestaw do próbnich wypieków wyprodukowany przez Zakład Badawczy Przemysłu Piekarskiego w Bydgoszczy (Sadkiewicz i in. 2004). Ciasto zostało przygotowane przez wymieszanie wszystkich składników w urządzeniu laboratoryjnym GM-2. Następnie wstawiono je do komory fermentacyjnej o temperaturze 30°C i wilgotności względnej 75-88%. Po 30 minutach ciasto zostało przebite i powtórnie wstawione do komory na dalszy proces fer-

mentacji trwający kolejne 30 minut. Po tym czasie formowano kęsy ciasta i umieszczono w foremkach, które ponownie przenoszono do komory fermentacyjnej i poddawano rozrostowi, aż do uzyskania pełnej dojrzałości ciasta. Wypiek pieczywa przeprowadzono w piecu w temperaturze 230°C w czasie 30 minut.

Pieczywo poddawano badaniom po jednej dobie od zakończenia wypieku. Określano masę, wydajność i objętość pieczywa (Jakubczyk i Haber 1983). Obliczono również gęstość uzyskanych wyrobów. Następnie chleby cięto na kromki o grubości 14 mm przy wykorzystaniu krajalnicy do pieczywa. Dla uzyskanych prób oznaczono biel miększu stosując miernik bieli typ MB-3M. Badania cech mechanicznych miększu pieczywa, będących wyznacznikami jego tekstury, przeprowadzono według metody TPA (Texture Profile Analysis). Test polegał na dwukrotnym ściśnięciu próbki w środkowej części kromki trzpieniem o średnicy 30 mm z prędkością 10 mm·s<sup>-1</sup>. Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu maszyny wytrzy-małościowej ZWICK Z020/TN2S. Pomiar wykonano dla każdej próby w dziesięciu powtórzeniach. Podczas badań otrzymano wykresy w układzie siła-przemieszczenie trzpienia, na podstawie których określono następujące parametry: twardość jako wielkość siły odpowiadającą wysokości pierwszego z pików (N), elastyczność jako parametr odpowiadający szerokości drugiego z pików (mm), spoistość jako iloraz pola powierzchni A2/A1 (gdzie A1 i A2 są to pola powierzchni odpowiednio pod pierwszym i pod drugim pikiem), gumowatość jako iloczyn twardości i spoistości (N) oraz żuwalność jako iloczyn gumowatości i elastyczności (N·mm). Szczegółowy sposób wyznaczania tych parametrów został przedstawiony w opracowaniu Steffe (1996) oraz Wanga i in. (2002).

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej przy wykorzystaniu programu Statistica 6,0 firmy StatSoft. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic między średnimi określono, wykorzystując test Tukey'a. Wyznaczono również współczynniki korelacji liniowej Pearsona. Wszystkie obliczenia wykonano przyjmując poziom istotności  $\alpha = 0,05$ .

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Analizując uzyskane wyniki badań (tab. 1) stwierdzono, że wraz ze wzrostem udziału mąki sojowej w badanych mieszaninach zwiększała się wodochłonność prób – średnio od 58,6% (mąka kontrolna) do 62,1% (próba z 10% udziałem soi). Uzyskana zależność była liniowa ( $r = -0,98$ ,  $p = 0,004$ ). Wykazano ponadto, że dodatek preparatu z soi powodował nieznaczne pociemnienie barwy mąki. Wskaźnik bieli zmieniał się w zakresie od 81,2% dla mąki bez udziału preparatu z soi do 78,13% dla mieszaniny z 10% udziałem mąki sojowej. Uzyskana zależność miała charakter liniowy ( $r = -0,99$ ,  $p = 0,001$ ).

Na podstawie wyników badań właściwości fizycznych pieczywa (tab. 1) stwierdzono, że wzrost udziału preparatu z soi w chlebie pszennym powodował zmniejszenie jego objętości – średnio od 374 cm<sup>3</sup>/100 g (próba kontrolna) do 267 cm<sup>3</sup>/100 g, przy 10% udziale mąki sojowej ( $r = -0,98$ ,  $p = 0,001$ ). Zwiększała się natomiast gęstość pieczywa – średnio 0,40 do 0,57 g·cm<sup>-3</sup> ( $r = 0,99$ ,  $p = 0,001$ ). Większą wodochłonność mieszanin z dodatkiem soi wpłynęła na wzrost wydajności pieczywa (od 149% w przypadku pieczywa kontrolnego do 154% przy 10% dodatku preparatu z soi). Dodatek mąki sojowej do mąki pszennej wpłynął na zmianę barwy miększu uzyskanych chlebów (miększ był bardziej brązowy), co powodowało otrzymywanie mniejszych wartości wskaźnika bieli. Wskaźnik ten zawierał się od 45,1% (próba bez dodatku preparatu z soi) do 39,3% (10% dodatek mąki sojowej).

Biel miększu pieczywa zależy w głównej mierze od rodzaju zastosowanej mąki. W niniejszej pracy stwierdzono wprost proporcjonalną zależność między wskaźnikiem bieli mąki a bielą miększu pieczywa ( $r = 0,98$ ,  $p = 0,003$ ).

**Tabela 1.** Podstawowe właściwości fizyczne mąki i pieczywa

**Table 1.** Basic physical properties of flour and bread

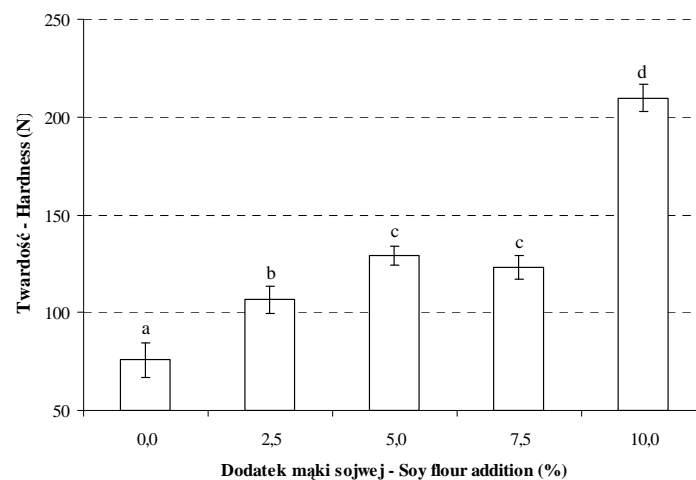
Udział mąki sojowej Soy flour addition (%)	A*	B	C	D	E	F
0,0	58,6 <sup>a**</sup>	81,2 <sup>a</sup>	148,7 <sup>a</sup>	374 <sup>a</sup>	0,40 <sup>a</sup>	45,1 <sup>a</sup>
2,5	59,9 <sup>b</sup>	80,6 <sup>b</sup>	149,6 <sup>b</sup>	337 <sup>b</sup>	0,44 <sup>b</sup>	43,2 <sup>b</sup>
5,0	61,0 <sup>c</sup>	80,0 <sup>b</sup>	150,9 <sup>c</sup>	303 <sup>c</sup>	0,50 <sup>c</sup>	42,2 <sup>b</sup>
7,5	61,8 <sup>d</sup>	79,1 <sup>c</sup>	153,8 <sup>d</sup>	279 <sup>d</sup>	0,56 <sup>d</sup>	40,1 <sup>c</sup>
10,0	62,1 <sup>e</sup>	78,1 <sup>d</sup>	154,0 <sup>d</sup>	267 <sup>e</sup>	0,57 <sup>d</sup>	39,3 <sup>d</sup>

\* A – wodochłonność mąki – flour water absorption (%), B – biel mąki – flour brightness (%), C – wydajność pieczywa (%) – bread yield, D – objętość pieczywa (cm<sup>3</sup>/100 g) – bread volume, E – gęstość pieczywa (g·cm<sup>-3</sup>) – bread density, F – biel miększu (%) – crumb brightness;

\*\* wartości średnie oznaczone w poszczególnych kolumnach tabeli różnymi literami są istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ ) – mean values designated with different letters in columns are statistically significantly different ( $\alpha = 0,05$ ).

Analizując wyniki badań cech tekstury miększu pieczywa stwierdzono, że wzrost udziału mąki sojowej powodował zwiększenie twardości miększu (rys. 1) – średnio od około 76 do 210 N, przy czym największy wzrost twardości, prawie trzykrotny w porównaniu do próby bez udziału mąki sojowej, zaobserwowano przy 10% dodatku mąki sojowej (o 134 N). Wzrost udziału wody w mące powoduje otrzymanie pieczywa o mniejszej twardości miększu (Różyło i in. 2009). Jednak w badanym pieczywie pomimo istotnego wzrostu wodochłonności mąki na skutek dodatku soi nie stwierdzono takiej zależności. Zwiększenie twardości miększu pieczywa z dodatkiem soi może być spowodowane spadkiem objętości pieczywa, a tym samym wzrostem gęstości na skutek dodatku do mąki pszennej mąki sojowej.

Twardość miękiszu pieczywa pszennego zależy od rodzaju zastosowanego dodatku. Różyło i Laskowski (2008) stwierdzili, że po jednej dobie od zakończenia wypieku dodatek do mąki pszennej niewielkiej ilości mąki amarantusowej (5 i 10%) powoduje spadek twardości miękiszu. Natomiast przy większym udziale mąki amarantusowej (15 i 20%) twardość miękiszu jest porównywalna do twardości pieczywa pszennego bez dodatku tej mąki. Ponadto zarówno dodatek mąki owsianej jak i ryżowej powoduje istotny wzrost twardości miękiszu pieczywa pszennego (Różyło 2007, Dziki i in. 2009).



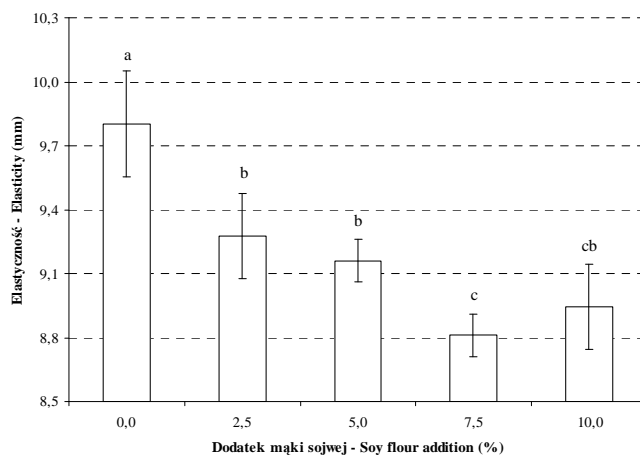
**Rys. 1.** Twardość miękiszu pieczywa pszennego z udziałem mąki sojowej; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

**Fig. 1.** Hardness of wheat bread crumb with soy flour addition; mean values designated with different letters are statistically significantly different ( $\alpha = 0.05$ )

Zmiany elastyczności miękiszu pieczywa na skutek dodatku mąki sojowej przedstawiono na rysunku 2. Dodatek tej mąki powodował niewielki, aczkolwiek statystycznie istotny spadek elastyczności miękiszu. Średnie wartości tego parametru kształtowały się od 10 mm (próba kontrolna) do 8,9 mm (przy 10% dodatku preparatu z soi). Mniejsza elastyczność miękiszu pieczywa z dodatkiem preparatu z soi może być spowodowana różnicami w czerstwieciu pieczywa. Pieczywo, które szybciej zaczyna czerstwieć charakteryzuje się również mniejszą elastycznością miękiszu (Sabanis i Tzia 2009). Elastyczność miękiszu pieczywa zależy zarówno od stosowanych dodatków jak i od czasu przechowania (Diowks i in. 2008).

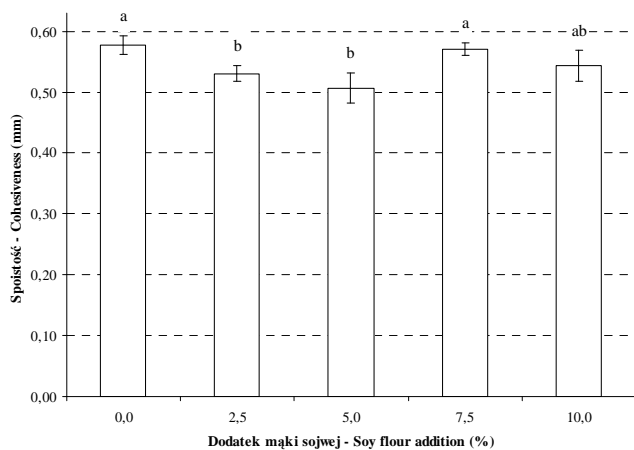
Dodatek mąki sojowej miał niewielki i przeważnie nieistotny wpływ na spoistość miękiszu pieczywa (rys. 3). Największą spoistością charakteryzowało się pieczywo kontrolne i pieczywo z 7,5% udziałem preparatu z soi (odpowiednio 0,58 i 0,57). Najmniejszą wartość tego parametru uzyskano dla chleba z 5%

udziałem preparatu z soi (0,51). Spoistość miękiszu pieczywa pszennego zależy zarówno od stosowanych dodatków (Różyło 2007, Dziki i in. 2009), jak i od ilości od ilości dodanej wody podczas wytwarzania ciasta (Różyło i in. 2009).



**Rys. 2.** Elastyczność miękiszu pieczywa z udziałem mąki sojowej; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

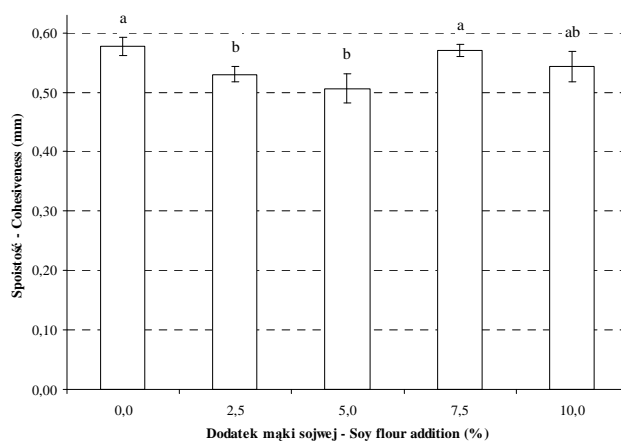
**Fig. 2.** Elasticity of wheat bread crumb with soy flour addition; mean values designated with different letters are statistically significantly different ( $\alpha = 0.05$ )



**Rys. 3.** Spoistość miękiszu pieczywa z udziałem mąki sojowej; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

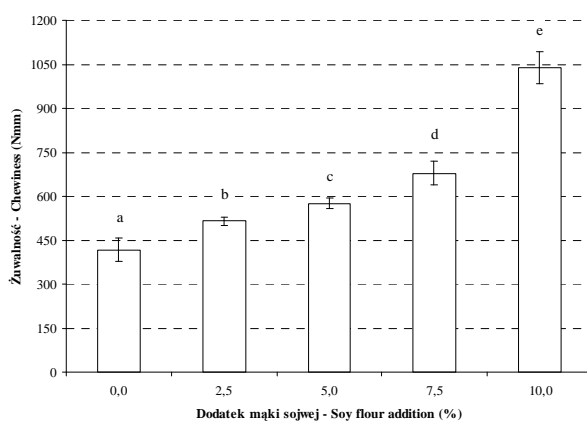
**Fig. 3.** Cohesiveness of bread crumb with soy flour addition; mean values designated with different letters are statistically significantly different ( $\alpha = 0.05$ )

Gumowatość i żuwalność miękiszu pieczywa wzrastały liniowo wraz ze zwiększaniem się udziału mąki sojowej w badanych próbach, odpowiednio od 43,5 do 114,3 N i od 417 do 1040 N·mm (rys. 4 i 5). Największe zmiany tych parametrów zaobserwowano przy 10% mąki sojowej (ponad dwukrotny wzrost w porównaniu do próby kontrolnej).



**Rys. 4.** Gumowatość miękiszu pieczywa z udziałem mąki sojowej; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

**Fig. 4.** Gumminess of bread crumb with soy flour addition; mean values designated with different letters are statistically significantly different ( $\alpha = 0.05$ )



**Rys. 5.** Żuwalność miękiszu pieczywa z udziałem mąki sojowej; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

**Fig. 5.** Chewiness of bread crumb with soy flour addition; mean values designated with different letters are statistically significantly different ( $\alpha = 0.05$ )

Współczynniki korelacji liniowej między udziałem mąki sojowej a określonymi wskaźnikami tekstury miększu przedstawiono w tabeli 2. Jedynie spoistość miększu pieczywa nie była istotnie skorelowana z zawartością preparatu z soi w pieczywie.

Podsumowując należy podkreślić, iż dodatek mąki sojowej do mąki pszennej istotnie wpłynął na zmiany parametrów opisujących

teksturę miększu pieczywa. Przyczyną tych zmian mogło być zmniejszenie objętości i wzrost gęstości uzyskanych wyrobów.

**Tabela 2.** Współczynniki korelacji między dodatkiem mąki sojowej a cechami tekstury miększu pieczywa  
**Table 2.** Coefficients of correlation between soy flour addition and bread crumb texture properties

Parametr – Parameter	r	p
Twardość – Hardness	0,90	0,035
Elastyczność – Elasticity	– 0,90	0,037
Spoistość – Cohesiveness	– 0,14	0,818
Gumowatość – Gumminess	0,92	0,024
Żuwalność – Chewiness	0,93	0,023

#### WNIOSKI

1. Dodatek preparatu z soi do mąki pszennej powodował niewielką zmianę barwy miększu pieczywa – miększ był bardziej ciemny. Wskaźnik bieli zmieniał się w zakresie od 45,1% dla chleba bez udziału preparatu z soi do 39,3% dla pieczywa z 10% udziałem mąki sojowej.

2. Wraz ze wzrostem dodatku mąki sojowej następował spadek objętości uzyskanego pieczywa – średnio od 374 do 267 cm<sup>3</sup>/100 g oraz wzrost wydajności – średnio od 149 do 154%.

3. Dodatek mąki sojowej do mąki pszennej powodował wzrost twardości, gumowatości i żuwalności miększu pieczywa. Współczynniki korelacji odpowiednio wyniosły 0,90; 0,92 i 0,93. Zmniejszała się natomiast elastyczność miększu ( $r = -0,90$ ). Szczególnie gwałtowne zmiany tych parametrów zaobserwowano przy 10% udziale preparatu z soi.

4. Spoistość miększu pieczywa zmieniała się nieznacznie i nieliniowo na skutek wzrostu dodatku preparatu z soi. Największą spoistością miększu charakteryzowało się pieczywo kontrolne i pieczywo z 7,5% udziałem preparatu z soi (odpowiednio 0,58 i 0,57). Najmniejszą wartość tego parametru uzyskano dla chleba z 5% udziałem preparatu z soi (0,51).

#### PIŚMIENNICTWO

- Castle E.P., Thrasher J.B. 2002. The role of soy phytoestrogens in prostate cancer. *The Urologic Clinics of North America*, 29, 71-81.
- Diowska A., Sucharzewska D., Ambroziak W. 2008. Wpływ składu mieszanek skrobiowych na właściwości chleba bezglutenowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(57), 40-50.



- Doxastakis G., Zafiriadis I., Irakli M., Marlani H., Tananaki C., 2002. Lupin, soya and triticale addition to wheat flour doughs and their effect on rheological properties. *Food Chemistry* 77, 219-227.
- Dziki D., Laskowski J., 2005. Wpływ dodatku mąki gryczanej do mąki pszennej na wybrane cechy ciasta i miększu pieczywa. *Acta Agrophysica*, 6(3), 617-624.
- Dziki D., Różyło R., Laskowski J. 2009. Wpływ dodatku mąki ryżowej na zmiany tekstury miększu pieczywa pszenne. *Acta Agrophysica*, 13(2), 329-340.
- El-Adawy, T.A. 1997. Effect of sesame seed protein supplementation on the nutritional, physical, sensory properties of wheat flour bread. *Food Chemistry*, 59, 7-14.
- Giovannucci E., Ascherio A., Rimm E.B., Stampfer M.J., Colditz G.A., Willett W.C. 1995. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *Journal of the National Cancer Institute*, 87, 67-76.
- Hasler, C.M. (2002). The cardiovascular effects of soy products. *Journal of Cardiovascular Nursing*, 16, 50-63.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawnictwo SGGW-AR, 268-267.
- Kawka A. 2009. Możliwości wzbogacania wartości odżywczych, dietetycznych i funkcjonalnych pieczywa. W: *Żywność wzbogacona i nutraceutyki* (Red. Głębczyński P., Jaworska G.). Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków, 109-122.
- Matthews R.H., Sharpe E.J., Clark, W.M. 1970. The use of some oilseed flour in bread. *Cereal Chemistry*, 47, 181-189.
- Różyło R. 2007. Zmiany cech tekstury miększu chleba pszenne pod wpływem dodatku produktów z owsa. *Acta Agrophysica*, 10, 667-576.
- Różyło R., Dziki D., Laskowski J. 2009. Ocena cech tekstury pieczywa wykonanego z różnym udziałem wody. *Acta Agrophysica*, 13, 761-769.
- Różyło R., Laskowski J., 2008. Wpływ dodatku produktów amarantusa na cechy tekstury miększu pieczywa. *Acta Agrophysica*, 11, 499-508.
- Sabanis D., Tzia C., 2009. Effect of rice, corn and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars. *Food Bioprocess Technol.*, 2, 68-69.
- Sadkiewicz K., Sadkiewicz J., Sadkiewicz J. 2004. Bydgoska aparatura do badania zboża, mąki i pieczywa, Wydawnictwa uczelniane ATR Bydgoszcz. ISBN 83-89334-81-X
- Scheiber M.D., Liu J.H., Subbiah M.T.R., Rebar R.W., Setchell K.D.R. 2001. Dietary inclusion of whole soy foods results in significant reductions in clinical risk factors for osteoporosis and cardiovascular disease in normal postmenopausal women. *Menopause*, 8, 384-392.
- Steffe J.F., 1996. *Rheological methods in food process engineering*. Freeman Press USA, 71-75.
- Steinke, F. H. 1992. Nutritional value of soybean protein foods. In D. H. Waggle, & F. H.A Steinke (Eds.), *New protein foods on human health: nutrition, prevention and therapy*. 59-66. Boca Raton, FL: CRC Press
- Świdorski F. (Red.) 1999: *Towaroznawstwo żywności przetworzonej*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Vittadini E., Vodovotz Y. 2003. Changes in the physicochemical properties of wheat-and soy-containing breads during storage as studied by thermal analyses. *Journal of Food Science*, 68, 2022-2029.
- Wang J., Rosell C. M., Benedito de Barber C., 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79, 222-226.
- Williams A., Pollen G. 1998. *Functional ingredients in technology of breadmaking*. Blackie Academic & Professional, London, UK.

## CHANGES IN PHYSICAL PROPERTIES OF BREAD AS A RESULT OF SOY FLOUR ADDITION

*Dariusz Dżiki, Monika Siastala, Janusz Laskowski*

Department of Machine Operation in the Food Industry, University of Life Sciences  
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin  
e-mail: [dariusz.dziki@up.lublin.pl](mailto:dariusz.dziki@up.lublin.pl)

**Abstract.** The aim of the work was to determine the influence of defatted soy flour addition on the physical properties and texture of wheat bread. The investigations were carried out on mixtures of wheat flour with soy flour added at rates from 0 to 10% (every 2,5%). The index of flour brightness was evaluated for the samples of flour. The dough was made from the mixtures and the experimental baking test was carried out. Obtained bread, after cooling down to room temperature, was weighted and the volume, density, and index of crumb brightness were evaluated. The textural properties of the bread crumb were also tested by texture profile analysis (TPA). The data showed that soy flour addition caused a decrease of bread volume (average from 374 to 267 cm<sup>3</sup>/100 g) and an increase of bread density (average from 0,40 to 0,57 g cm<sup>-3</sup>). The index of crumb brightness decreased from 81.2% (control sample) to 78.1% for 10% of soy flour weight concentration. It was found that as the soy flour addition increased the bread crumb hardness, gumminess and chewiness increased too ( $r = 0,90; 0,92$  and  $0,93$ , respectively), but the bread elasticity decreased ( $r = -0,90$ ).

**Key words:** bread, soy flour, physical properties, texture