

## OCENA CECH TEKSTURY CHLEBA WYKONANEGO Z RÓŻNYM UDZIAŁEM WODY

*Renata Różyło, Dariusz Dziki, Janusz Laskowski*

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy  
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin  
e-mail: renata.rozylo@ar.lublin.pl

**Streszczenie.** Celem pracy była ocena cech tekstury miękiszu chleba wykonanego ze zmiennej ilością wody w cieście tj. 50; 52,5; 55, 57,5; 60%. Parametry tekstury miękiszu chleba (test TPA) określano po 1 dobie i po 3 dobach przechowywania przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S. Badania wykazały, że wraz ze wzrostem zawartości wody w cieście malała twardość miękiszu zarówno po pierwszej dobie przechowywania jak i po trzech dobach. Bardziej intensywny spadek odnotowano dla pieczywa przechowywanego trzy doby. Najmniejszą różnicą twardości po 1 dobie i po 3 dobach charakteryzował się miękisz wypieczony z ciasta z 60% dodatkiem wody. Największą spoistością miękiszu charakteryzowało się pieczywo z 55% dodatkiem wody zarówno po jednej dobie jak i po trzech dobach. Gumowatość i żuwalność miękiszu malały wraz ze wzrostem dodatku wody do ciasta. Podsumowując należy zaznaczyć, że zmieniając zawartość wody w cieście można w istotny sposób wpłynąć na parametry tekstury miękiszu.

**Słowa kluczowe:** chleb, miękisz, tekstura, dodatek wody

### WSTĘP

Woda obok mąki stanowi najważniejszy pod względem ilościowym surowiec przemysłu piekarskiego. Wytwarzanie ciasta chlebowego polega na transformacji uwadnianych cząstek mąki w ciało lepkosprężyste przez mechaniczną lub ręczną obróbkę (Sadkiewicz 1999, Piesiewicz 2004, Jarosz 2000, Słowik 2006).

Woda odgrywa istotną rolę w przemianach fizycznych i chemicznych jakie zachodzą podczas wytwarzania ciasta i wypieku chleba (Wagner i in. 2007). Zmienny dodatek wody do ciasta wpływa na jego właściwości (Phan-Thien i Safari-Ardi 1997, Chin i in. 2005), a to w konsekwencji powoduje zróżnicowanie jakości uzyskanego produktu.

Ilość dodawanej wody zależy od jakości mąki (Puhr i D'Appolonia 1992) jak również od rodzaju produktu. Zarówno zbyt duży dodatek wody jak i zbyt mały może wpłynąć znacznie na powstanie wad w pieczywie, dlatego istotne jest uwzględnianie wodochłonności mąki (Piesiewicz i in. 1998, Wassermann i Doerfner 1972).

Zbyt duży dodatek wody do ciasta powoduje jego płynięcie co wyraża się w niemożności formowania kęsa, chyba że zastosuje się różnego rodzaju hydrokoloidy (Kawka 2005). W zależności od ilości dodawanej wody można wpływać na różne cechy jakościowe pieczywa w tym również na cechy sensoryczne (Piesiewicz 2004, Osella i in. 2007).

Tekstura pieczywa znajduje coraz szersze zainteresowanie wśród badaczy z dziedziny piekarstwa. Określano między innymi wpływ różnych dodatków do pieczywa na jego teksturę (Różyło i Laskowski 2008, Różyło 2007, Dziki i Laskowski 2005).

Dotychczasowa literatura nie opisuje wystarczająco ilościowych zmian w tekstu-rze pieczywa wypieczonego z ciasta o różnej konsystencji. Dlatego, celem pracy była ocena cech tekstury miękiszu pieczywa wykonanego z różnym udziałem wody.

#### MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano mąkę pszenną bazową typ 750. Badania przeprowadzono przy różnym udziale wody w cieście tj. 50; 52,5; 55; 57,5; 60%. Aby uniknąć znaczących wad pieczywa, ilości dodatku wody uwzględniały wcześniej określoną wodochłonność mąki (55%). Ponadto badana mąka pszenna charakteryzowała się 29% zawartością glutenu mokrego, 8 mm rozpląwalnością glutenu, liczbą opadania 274 s. Wypiek przeprowadzono metodą jednofazową Instytutu Piekarnictwa w Berlinie (Jakubczyk i Haber 1983). Masę i objętość wypieczonego chleba określano po jednej dobie od wypieku. Parametry tekstury (test TPA) (Steffe 1996, Wang i in. 2002) określano po 1 dobie i po 3 dobach przechowywania na próbkach miękiszu o grubości 20 mm przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S ściskając je dwukrotnie. Podczas pomiarów otrzymano wykresy w układzie siła-przemieszczenie trzpienia, na podstawie których określano następujące parametry, opisujące teksturę pieczywa: twardość jako wielkość siły odpowiadającą wysokości pierwszego z pików (N), elastyczność jako parametr odpowiadający szerokości drugiego piku (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), zuwalność jako iloczyn gumowatości i elastyczności (N·mm).

Analiza statystyczna wyników badań została przeprowadzona na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  przy wykorzystaniu programu Statistica firmy Statsoft. Dla ocenianych parametrów wykonano analizę wariancji dwuczynnikową oraz test Tukey'a stwierdzające istotność różnic pomiędzy określanymi cechami.

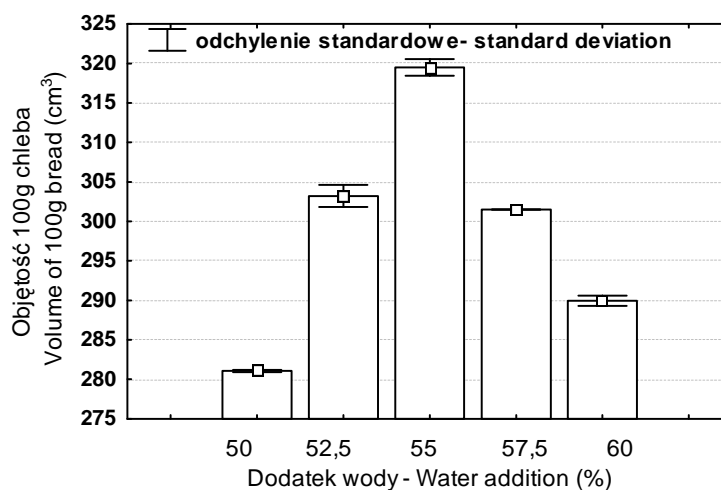
## WYNIKI I DYSKUSJA

Badania wykazały, że wraz ze wzrostem zawartości wody w cieście w zakresie od 50 do 55% wzrastała objętość chleba, a po przekroczeniu 55% uległa zmniejszeniu (rys. 1). Objętość chleba z ciasta z 60% dodatkiem wody była wyższa niż chleba z 50% zawartością wody w cieście. Dodatkowo należy zaznaczyć, że największą istotną różnicę odnotowano między objętością chleba wypieczonego z ciasta z 50 i 52,5% dodatkiem wody, a najmniejszą istotną różnicę w objętości miały chleby z 57,5 i 60% dodatkiem wody.

Osella i in. 2007 badając między innymi objętość właściwą chleba formowego, rozpatrywali wpływ takich zmiennych jak dodatek wody, prędkość i czas miesienia. Autorzy stwierdzili, że w badanym zakresie dodatku wody (od 59,7 do 62,7%) najbardziej istotny był wpływ prędkości i czasu miesienia na objętość chleba. W pracy tej zmienny dodatek wody nie różnicował objętości chleba. Podobnie zauważono w badaniach własnych, gdzie powyżej 57,5% dodatku wody stwierdzono najmniejszą różnicę w objętości chleba. Należy podkreślić, że badania Oselli i in. 2007 odnoszą się jedynie do dodatku wody powyżej 59,7%.

Twardość miększu zarówno po pierwszej dobie przechowywania jak i po trzech dobach malała wraz ze wzrostem dodatku wody do ciasta od 50 do 60% (rys. 2).

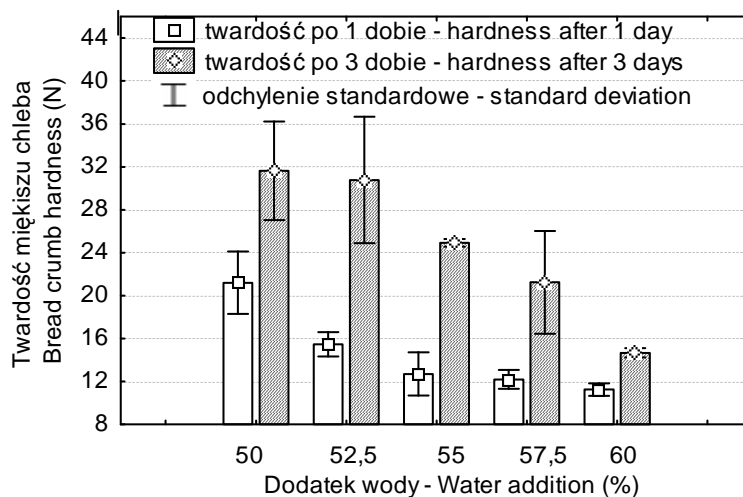
Dotychczasowa literatura nie opisuje wystarczająco ilościowych zmian tekstury w tym również twardości pieczywa pod wpływem zmiennego dodatku wody. Tylko Gil i in. 1997 opisują zmiany ściśliwości chleba, oraz zmiany siły zginania jak i siły ściskania chleba wykonanego z 60, 63 i 66% dodatkiem wody. Według auto-



Rys. 1. Objętość 100 g chleba z różnym dodatkiem wody

Fig. 1. Volume of 100 g of bread with different water addition levels

rów siła ściskania miękiszu chleba zmniejszała się wraz ze wzrostem dodatku wody. Larsen i Greenwood (1991) oceniając miękisz pieczywa określali jego porowatość. Wykazali oni jedynie negatywne zmiany w porowatości miękiszu pod wpływem zwiększonego dodatku wody od 54 do 68%.



**Rys. 2.** Twardość miękiszu chleba z różnym dodatkiem wody

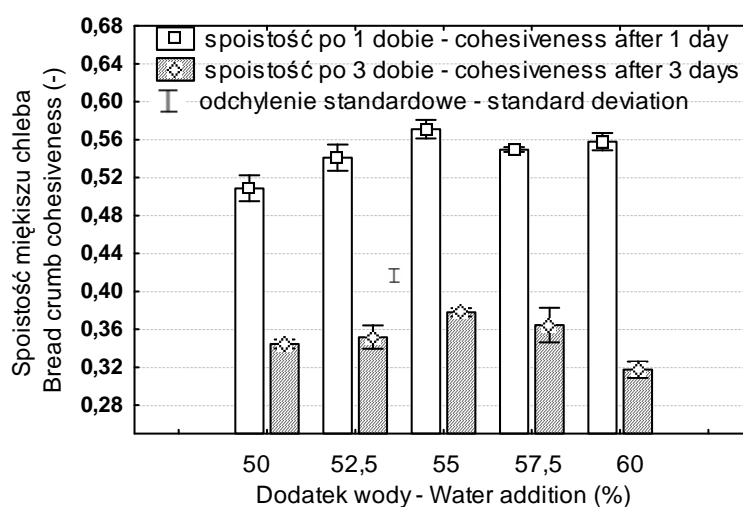
**Fig. 2.** Hardness of bread crumb with different water addition levels

W badaniach własnych dla chleba przechowywanego 1 dobę zauważono istotne różnice pomiędzy twardością miękiszu chleba uzyskanego z ciasta z 50% dodatkiem wody i wszystkimi pozostałymi poziomami dodatku wody tj. 52,5; 55; 57,5 i 60%. Istotne różnice były również między twardością miękiszu chleba z dodatkiem wody 52,5 a 57,5 jak i 60%. Nie stwierdzono istotnych różnic między twardością miękiszu chleba przechowywanego 1 dobę z 57,5 i 60% dodatkiem wody. Miękisz chleba przechowywanego 3 doby charakteryzował się istotnie różną twardością dla zawartości wody w cieście 50 i 55 jak i 60%. Istotna różnica była jeszcze w twardości miękiszu chleba z 57,5 i 60% zawartością wody w cieście.

Bardziej intensywny spadek twardości wskutek zwiększania dodatku wody odnotowano dla pieczywa przechowywanego trzy doby w porównaniu do chleba przechowywanego jedną dobę. Najmniejszą różnicą twardości po 1 dobie i po 3 dobach charakteryzował się miękisz wypieczony z ciasta z 60% dodatkiem wody.

Spoistość miękiszu chleba przy wzroście zawartości wody od 50 do 55% wzrastała, natomiast dalszy wzrost dodatku wody do 60% powodował ogólny spadek tej cechy tekstury (rys. 3). Największą spoistością miękiszu charakteryzowało się pieczywo z 55% dodatkiem wody zarówno po jednej dobie jak i po trzech dobach.

Spoistość miększu chleba z 50% dodatkiem wody była istotnie niższa od spoistości miększu chleba z każdym następnym dodatkiem wody tj. 52,5; 55; 57,5 i 60% dla chleba przechowywanego jedną dobę. W przypadku chleba przechowywanego trzy doby nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy spoistością pieczywa 50 i 52,5% jak i 50 i 57,5%, a spoistość miększu chleba z 60% dodatkiem wody była istotnie niższa od spoistości z 50% dodatkiem wody do ciasta.

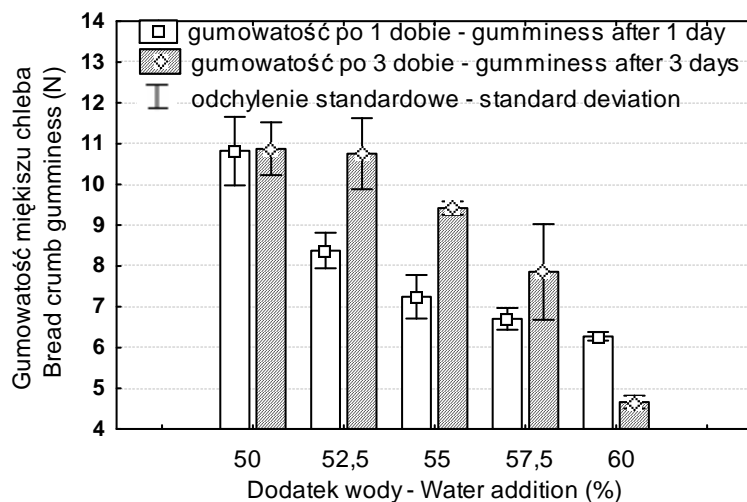


Rys. 3. Spoistość miększu chleba z różnym dodatkiem wody

Fig. 3. Cohesiveness of bread crumb with different water addition levels

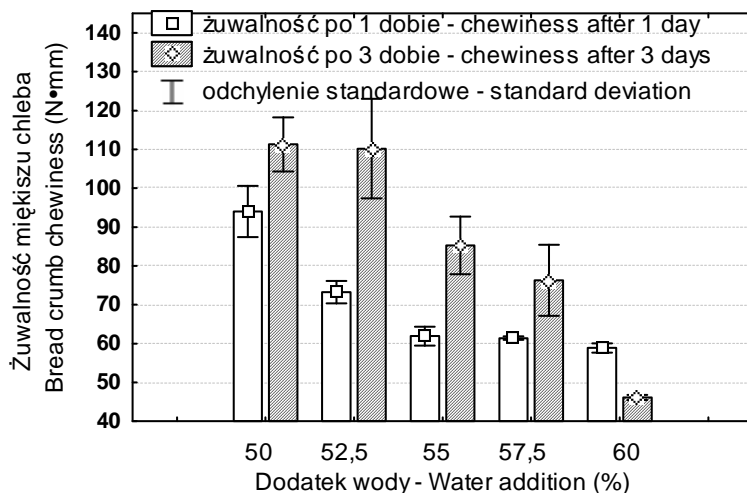
Gumowatość miększu chleba zmniejszała się wraz ze wzrostem dodatku wody do ciasta w badanym zakresie od 50 do 60% zarówno po jednej dobie przechowywania jak i po trzech dobach (rys. 4). Zwiększanie dodatku wody do ciasta z 50 do 52,5% powodowało największy spadek gumowatości miększu chleba po 1 dobie przechowywania natomiast po trzech dobach nie było istotnej różnicy między gumowatością miększu z 50 i 52,5% dodatkiem wody. Po jednej dobie przechowywania odnotowano jeszcze istotne różnice między gumowatością miększu z 52,5% i każdym następnym dodatkiem wody tj. 55; 57,5 i 60%. Nie było istotnej różnicy w gumowatości miększu chleba z 55 i 57,5% dodatkiem wody do ciasta.

Żuwalność miększu malała wraz ze wzrostem dodatku wody do ciasta po jednej dobie przechowywania jak i po trzech dobach (rys. 5). Dodatkowo zwiększanie dodatku wody do ciasta z 50 do 52,5% powodowało największy istotny spadek żuwalności miększu po jednej dobie przechowywania.



Rys. 4. Gumowatość miększu chleba z różnym dodatkiem wody

Fig. 4. Gumminess of bread crumb with different water addition levels

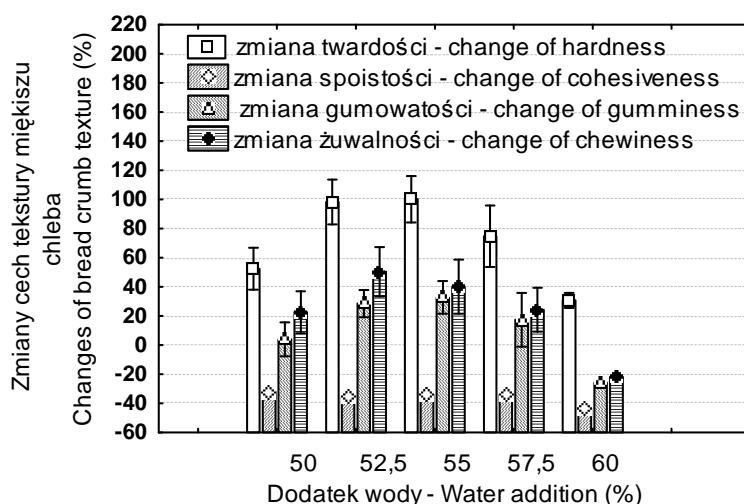


Rys. 5. Żuwalność miększu chleba z różnym dodatkiem wody

Fig. 5. Chewiness of bread crumb with different water addition levels

Analiza procentowych zmian cech tekstury (rys. 6) wykazała, że największą zmianą w porównaniu do innych cech tekstury charakteryzowała się twardość miększu chleba a najmniejszą jego spoistość. Twardość, gumowatość i żuwalność zwiększały się podczas przechowywania, natomiast spoistość zmniejszała się. Dodatkowo

największe zmiany zaobserwowano w twardości miękiszu chleba z 52,5 i 55 jak i 57,5% dodatkiem wody do ciasta. Najmniejszą zmianę twardości zauważono dla miękiszu chleba z 60% dodatkiem wody. Gil i in. 1997 podają, że siła ściskania miękiszu chleba również się zwiększała podczas przechowywania przez 24, 48 i 72h.



**Rys. 6.** Procentowe zmiany wartości parametrów tekstury wynikające z wydłużania przechowywania chleba z różnym dodatkiem wody

**Fig. 6.** Percentage changes of crumb texture during storage of bread with different water addition levels

Ze względu na to, że twardość miękiszu chleba charakteryzowała się największą procentową zmianą podczas przechowywania, można uznać, że cecha ta najlepiej obrazuje stopień jego czerstwienia. Czyli najmniej podatny na czerstwienie okazał się być chleb z 60% dodatkiem wody.

Podsumowując należy zaznaczyć, że zmieniając zawartość wody w cieście można w istotny sposób wpłynąć na parametry tekstury miękiszu, a tym samym modyfikować czas jego czerstwienia.

#### WNIOSKI

1. Objętość chleba wzrastała przy zwiększaniu zawartości wody w cieście od 50 do 55%, natomiast od 55 do 60% nastąpił spadek objętości.

2. Wraz ze wzrostem zawartości wody w cieście malała twardość miękiszu zarówno po pierwszej dobie przechowywania jak i po trzech dobach. Bardziej intensywny spadek odnotowano dla pieczywa przechowywanego trzy doby. Najmniejszą różnicą twardości po 1 dobie i po 3 dobach charakteryzował się miękisz wypieczony z ciasta z 60% dodatkiem wody.

3. Największą spoistością miększu charakteryzowało się pieczywo z 55% dodatkiem wody zarówno po jednej dobie jak i po trzech dobach.

4. Gumowatość i żuwalność miększu malały wraz ze wzrostem dodatku wody do ciasta po jednej dobie przechowywania jak i po trzech dobach.

5. Zmieniając zawartość wody w cieście można w istotny sposób wpłynąć na parametry tekstury miększu, a tym samym modyfikować czas jego czerstwienia.

#### PIŚMIENNICTWO

- Chin N.L., Campbell G.M., Thompson F., 2005. Characterisation of bread doughs with different densities, salt contents and water levels using microwave power transmission measurements. *Journal of Food Engineering*, 70, 211-217.
- 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.
- Gil M. J., Callejo M. J., Rodriguez G., 1997. Effect of water content and storage time on white pan bread quality: instrumental evaluation. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 205, 268-273.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawnictwo SGGW-AR, 268-267.
- Jarosz K., 2000. Wpływ wody na właściwości fizyczne ciasta pszennego. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 9, 20-21.
- Larsen N.G., Greenwood D.R., 1991. Water addition and the physical properties of mechanical dough development doughs and breads. *Journal of Cereal Science*, 13, (2), 195-205.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawnictwo SGGW-AR, 268-267.
- Kawka A., 2005. Znaczenie substancji dodatkowych w produkcji pieczywa. Cz. 2. Emulgatory i inne. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 1, 18-20.
- Osella C.A., Sanchez H.D., Torre M.A. de la., 2007. Effect of dough water content and mixing conditions on energy imparted to dough and bread quality. *Cereal Foods World*, 52 (2), 70-73.
- Phan-Thien N., Safari-Ardi M., 1997. Linear viscoelastic properties of flour-water doughs at different water concentrations. *J. Non-Newtonian Fluid Mech.*, 74, 137-150.
- Piesiewicz H., 2004. Cztery typy ciasta pszennego. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 6, 20-23.
- Piesiewicz H., Sadkiewicz K., Ambroziak Z., 1998. Wodochłonność mąki – niedoceniony wskaźnik jakości mąki. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 3, 5-8.
- Puhr D.P., D'Appolonia B.L., 1992. Effect of baking absorption on bread yield, crumb moisture, and crumb water activity. *Cereal Chemistry*, 69 (5), 582-586.
- Różyło R., 2007. Zmiany cech tekstury miększu chleba pszennego pod wpływem dodatku produktów z owsa. *Acta Agrophysica*, 10(3), 667-676.
- Różyło R., Laskowski J., 2008. Wpływ dodatku produktów z amarantusa na cechy tekstury miększu pieczywa. *Acta Agrophysica*, 11(2), 499-508.
- Sadkiewicz K., 1999. Trzeba zacząć określać wodochłonność mąki. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 9, 78-80.
- Słowik E., 2006. Powstawanie ciasta pszennego i rola mieszenia w tym procesie. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 4, 4-7.
- Steffe J., F. 1996. *Rheological methods in food process engineering*. Freeman Press USA, 71-75.
- Wagner M., J., Lucas T., le Ray D., Trystam G., 2007. Water transport in bread during baking. *Journal of Food Engineering*, 78, 1167-1173.
- 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.



---

Wassermann L., Doerfner H.H., 1972. Effect of water-flour ratio in bread doughs on composition and properties of the bread. II. Structure of bread from doughs with different water-flour ratios. *Getreide, Mehl und Brot.*, 26(8), 224-231.

## EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF WATER ADDITION ON WHEAT BREAD CRUMB TEXTURE

*Renata Różyło, Dariusz Dziki, Janusz Laskowski*

Department of Machine Operation in Food Industry, University of Life Sciences  
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin  
e-mail: renata.rozylo@ar.lublin.pl

**Abstract.** The objective of this study was to evaluate the effect of different levels of water addition (50, 52.5, 55, 57.5, 60%) on wheat bread crumb texture. Textural properties of the bread crumbs were tested by texture profile analysis (TPA) after 1 and 3 days after baking. Bread crumb samples were compressed twice by the capital of a ZWICK Z020/TN2S strength testing machine. The results indicated that an increase of water addition to dough caused a decrease of bread crumb hardness both after 1 day and 3 days after baking. The bread crumb kept 3 days after baking had more intensive decrease of hardness. The lowest difference between hardness of bread kept 1 and 3 days after baking was characteristic of bread baked with 60% water addition. The biggest cohesiveness was determined for bread crumb with 55% water addition both after 1 and 3 days after baking. Gumminess and chewiness of bread crumb decreased with increasing water addition to the dough. The results showed that water addition at levels from 50 to 60% resulted in significant changes of textural bread crumb properties.

**Key words:** bread, crumb, texture, water addition, dough