

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE CHLEBA PSZENNEGO WYPIEKANEGO Z CIASTA O ZRÓŻNICOWANYCH PARAMETRACH

Renata Różyło, Janusz Laskowski, Dariusz Dziki

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

Streszczenie. Celem pracy była ocena właściwości fizycznych chleba pszennego wytwarzanego z ciasta charakteryzującego się zmienną wydajnością (155, 160 i 165%) i temperaturą (22, 28, 34°C). Metoda wypieku polegała na bezpośrednim wymieszaniu składników i prowadzeniu ciasta. Chleb poddawano ocenie, na którą składały się następujące cechy: objętość, masa właściwa, porowatość i biel mięksizu, wilgotność oraz wskaźnik twardości mięksizu. Badania wykazały, że zmiany wydajności ciasta i temperatury powodowały istotnie różne wyniki cech fizycznych chleba. Największą objętością odznaczały się chleby wypiekane z ciasta o wydajności 160% a najmniejszą objętość i największą twardość miały chleby z ciasta o wydajności 155%. Największą wilgotność miały chleby wypiekane z ciasta o najwyższej wydajności 165%. Dodatkowo wzrost temperatury z 22 do 28°C powodował znaczne zwiększenie objętości pieczywa i spadek twardości mięksizu. Najlepszy chleb uzyskano z ciasta o wydajności 160% i temperaturze 28°C, charakteryzował się on dużą objętością dostateczną oceną porowatości przy jednocześnie małej twardości.

Słowa kluczowe: chleb, pieczywo, ciasto, wydajność, temperatura

WSTĘP

Właściwości fizyczne chleba do których należy objętość i masa właściwa bochenka oraz porowatość, wilgotność i twardość mięksizu są bardzo istotnym wyznacznikiem jego jakości, od nich zależy ocena konsumenta.

Na zmiany właściwości fizycznych pieczywa oprócz jakości surowca, receptury (Półtorak 2007), parametrów obróbki ciasta (Neryng i Gębski 1997, Wilson i in. 2007, Różyło 2010) istotny wpływ mają same parametry ciasta. Wydajność ciasta jest istotnym parametrem różnicującym jakość pieczywa. Zmieniając wydajność ciasta można wpływać na zróżnicowanie wydajności pieczywa (Pühr i D'Appolonia 1992), cech sensorycznych chleba (Piesiewicz 2004, Osella i in. 2007), objęto-

ści bochenka i wyróżników tekstury miękiszu (Różyło i in. 2009, 2010). Oprócz wydajności ciasta bardzo istotnym parametrem jest jego temperatura, której wpływ jest opisywany obecnie w nielicznych opracowaniach. Przykładowo Salovaara i Valjakka (1987) zastosowali temperaturę fermentacji ciasta na poziomie 25 i 30°C, natomiast w badaniach Başaran i Göçmen (2003) temperatura ciasta po miesieniu wynosiła 17, 23 i 30°C.

Dotychczasowa wiedza nie dostatecznie opisuje równoczesne oddziaływanie takich parametrów jak wydajność ciasta i jego temperatura na zmiany właściwości fizycznych chleba, dlatego zagadnienie to było celem niniejszej pracy. Zakres badań obejmował wykonanie oceny właściwości fizycznych chleba wypieczonego z ciasta o wydajności 155, 160 i 165% oraz temperaturze 22, 28 i 34°C.

MATERIAŁ I METODY

Badania zostały przeprowadzone w laboratorium badań właściwości fizycznych i przetwórczych materiałów biologicznych Katedry Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie.

Do badań wykorzystano mąkę pszenną chlebową typ 750. Mąka charakteryzowała się 30% zawartością glutenu mokrego (PN-EN ISO 21415-1:2007) i 9 mm rozplywalnością. Wodochłonność mąki (PN-ISO 5530-1:1999) była na poziomie 57%, a liczba opadania badanej mąki (PN-EN ISO 3093:2007) wynosiła 312s.

Wypieki laboratoryjne pieczywa przeprowadzono metodą jednofazową wg Jakubczyka i Habera (1983). Wypieki prowadzono dla trzech wydajności ciasta: 155, 160 i 165% oraz temperatur: 22, 28 i 34°C. Uzyskane próbki ciasta oznaczono w sposób, w którym pierwsze cyfry określały wydajność ciasta a cyfry po myślniku jego temperaturę (np. 155-22). Ciasto miesiono bezpośrednio po dozowaniu składników, następnie wstawiano na 60 minut (przebiec po 30 minutach) do komory fermentacyjnej. Ciasto fermentowało w temperaturze 30°C przy wilgotności względnej 75-88%. Po zakończeniu fermentacji uformowany kęs ciasta poddawano rozrostowi końcowemu (temperatura 30°C i wilgotność względna 75-88%) do otrzymania optymalnego rozrostu. Po zakończeniu rozrostu wstawiono foremkę do pieca piekarskiego nagrzanego do temperatury 230°C, czas wypieku wynosił 30 minut. Testy wypiekowe i pomiary masy i objętości wykonywano w trzech powtórzeniach.

Masę i objętość wypieczonego chleba określano po jednej dobie od wypieku. Na podstawie tych parametrów wyliczono masę właściwą chleba. Objętość pieczywa określano przez pomiar w naczyniu objętości wypartych przez bochenek nasion prosa. Ocena właściwości miękiszu pieczywa polegała na określeniu współczynnika porowatości, bieli, wilgotności i twardości miękiszu.

Współczynnik porowatości określano porównując przekrój kromki chleba ze zdjęciami umieszczonymi w tabeli porowatości wg Dallmana (Jakubczyk i Haber

1983). Pomiary współczynnika porowatości i bieli miękiszu wykonywano w 6 powtórzeniach analizując po 2 środkowe kromki z każdego chleba

Do oznaczenia bieli miękiszu wykorzystano miernik bieli typu MB (Sadkiewicz i Sadkiewicz 1998). Zasada pomiaru na tym urządzeniu polega na pomiarze promieni światła odbitego od powierzchni próbki. Pomiar odbywa się przy zastosowaniu źródła światła monochromatycznego o długości fali $\lambda = 565$ nm, natomiast analiza ilościowa światła odbitego po przetworzeniu na sygnał elektryczny odbywa się w systemie mikroprocesorowym. Pomiar bieli miękiszu badanych chlebów polegał na wykalibrowaniu miernika wg wzorca oraz pomiarze bieli po przyłożeniu pierścienia głowicy ze źródłem promieniowania do kromki chleba.

Wilgotność miękiszu chleba określano na środkowych próbkach miękiszu. Suszenie 5 gramowych próbek przeprowadzano w suszarce uniwersalnej typu SUP-4, nagrzanej do temperatury 130°C przez okres 60 min lub do momentu ustalenia się stałej masy. Po tym czasie próbki ważono z dokładnością do 10^{-4} g. Do dalszych obliczeń przyjęto średnią arytmetyczną z trzech oznaczeń.

Twardość, jako wskaźnik technologiczny i podstawowy wyznacznik tekstury (test TPA) (Bourne 1978) miękiszu, określano po 1 i po 3 dobach przechowywania, na próbkach miękiszu o wymiarach $30 \times 30 \times 20$ mm przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S. Pomiar polegał na ściskaniu próbki trzpieniem o średnicy 30 mm do 50% głębokości. Oznaczenia wykonano w 9 powtórzeniach na próbkach ze środkowych części chleba. Wskaźnik twardości (N) określono jako wielkość siły ściskania.

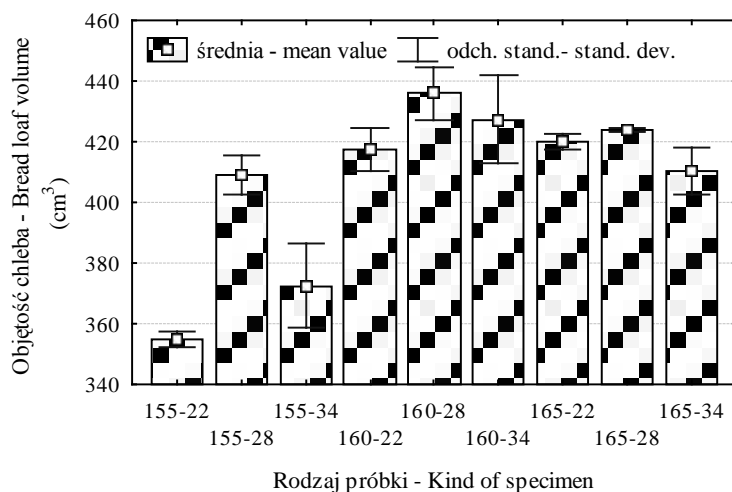
Analiza statystyczna wyników badań została przeprowadzona na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ przy wykorzystaniu programu Statistica 6.0 firmy Statsoft. Przeprowadzone analiza wariancji i test Tuckey'a posłużyły do stwierdzenia istotności różnic między grupami.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badania wykazały, że zmiany wydajności ciasta w zakresie od 155 do 165% i temperatury ciasta od 22 do 34°C powodowały istotnie różne wyniki cech fizycznych chleba.

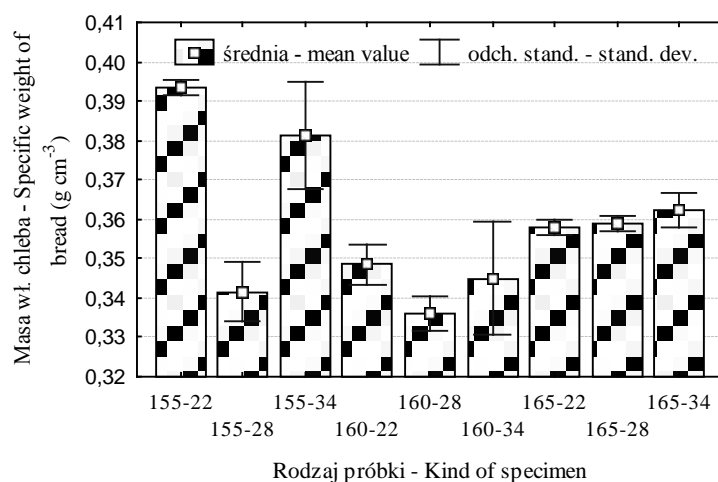
Największą objętość (rys. 1) i najmniejszą masę właściwą (rys. 2) uzyskano po wypieku chleba z ciasta o wydajności 160% i temperaturze 28°C , natomiast najmniejszą objętość i największą masę właściwą miało pieczywo wypiekane z ciasta o wydajności 155% i temperaturze 22°C . Ogólnie najmniejsze objętości i największe masy właściwe bochenków uzyskano z ciasta o wydajności 155%, natomiast największe wartości objętości a zarazem najmniejsze masy właściwe miały chleby wypiekane z ciasta o wydajności 160%. Wydajność 160% odpowiadała konsystencji ciasta 350 j.B, zalecanej do przeprowadzania próbnych wypie-

ków (Jakubczyk i Haber 1983). Również we wcześniejszych badaniach stwierdzono wraz ze wzrostem wydajności ciasta, zwiększanie objętości bochenka do pewnego momentu zależnego od jakości mąki (Różyło i in. 2009, 2010).



Rys. 1. Objętość chleba wytworzonego z ciasta różniącego się parametrami (W oznaczeniu rodzaju próbki - pierwsza cyfra oznacza wydajność a druga temperaturę ciasta)

Fig. 1. Bread loaf volume from dough with different parameters (The kind of specimen means: first figure - dough yield, second figure - dough temperature)

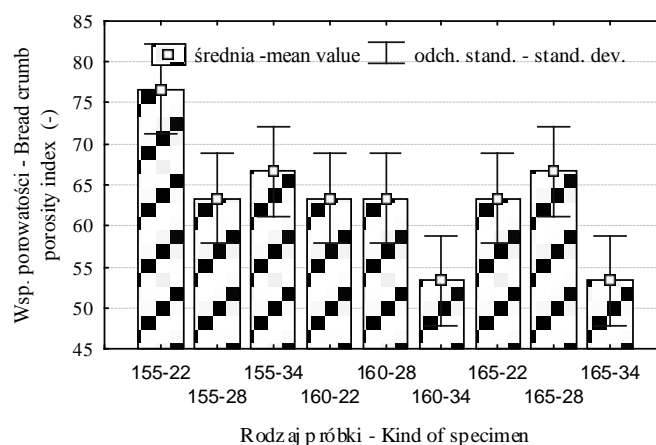


Rys. 2. Masa właściwa chleba z ciasta o różnych parametrach (W oznaczeniu rodzaju próbki - pierwsza cyfra oznacza wydajność a druga temperaturę ciasta)

Fig. 2. Specific weight of bread from dough with different parameters (The kind of specimen means: first figure - dough yield, second figure - dough temperature)

Wzrost temperatury z 22 do 28°C powodował istotne zwiększenie objętości pieczywa i zmniejszenie masy właściwej. Sadeghi i in. (2009) porównując temperatury fermentacji ciasta 28, 32 i 36°C stwierdzili, że największą objętość miały chleby wypiekane z ciasta o temperaturze 32°C. Zmiany temperatury w badaniach własnych najwyraźniej różnicowały wartości objętości chleba i masy właściwej w przypadku wypieku z ciasta o niskiej wydajności 155% a najmniej o wysokiej wydajności 165%. Zmiany właściwości chleba wypiekanego z ciasta o różnych temperaturach i wydajnościach są spowodowane między innymi zmianami właściwości glutenu (Weegels i in. 1994, Miś i Grundas 2009) i skrobi (Gąsiorowski 2004), które tworzą strukturę ciasta.

Porowatość (rys. 3) i biel miękiszu (rys. 4) zmieniały się zależnie od wydajności ciasta jak i jego temperatury. Najmniejsze wartości porowatości (największe pory) jak i bieli miękiszu miały chleby wypieczone z ciasta o najwyższej temperaturze i wydajności 160 i 165%. Natomiast największą wartość porowatości i bieli miękiszu miał chleb z ciasta o najmniejszej wydajności (155%) i najniższej temperaturze (22°C), pory miękiszu w tym przypadku były małe i równomiernie rozmieszczone a chleby charakteryzowały się małą objętością.

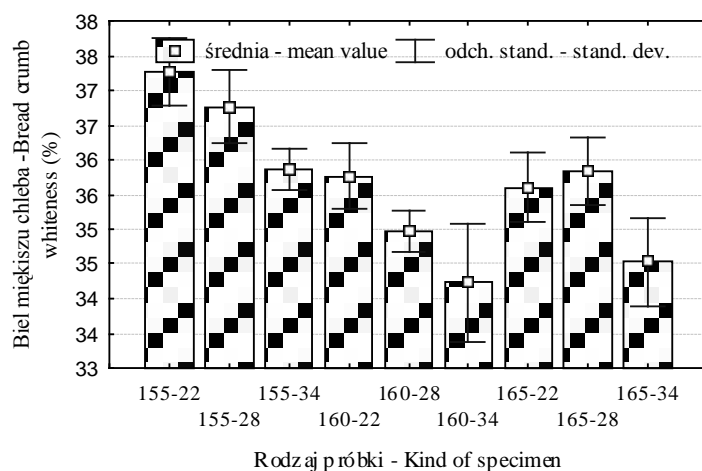


Rys. 3. Współczynnik porowatości chleba wytworzonego z ciasta o różnych parametrach (W oznaczeniu rodzaju próbki - pierwsza cyfra oznacza wydajność a druga temperaturę ciasta)

Fig. 3. Porosity index of breadcrumb from dough with different parameters (The kind of specimen means: first figure - dough yield, second figure - dough temperature)

Zależność między objętością i wskaźnikiem porowatości potwierdza analiza związków korelacyjnych – wraz ze wzrostem objętości zmniejszała się wartość porowatości miękiszu ($r = -0,523$) (tab. 1). Stwierdzono również istotne korelacje dodatnie między wskaźnikiem porowatości miękiszu i jego bielą ($r = 0,674$) (tabela

1). Podobne zależności korelacyjne między objętością chleba a porowatością miększu ($r=-0,694$) oraz porowatością i bielą miększu ($r = 0,714$) określono we wcześniejszych badaniach (Różyło 2010). Oznacza to, że chleby posiadające małą objętość miały małe pory co wpływało na uzyskanie wysokich wartości biele miększu.



Rys. 4. Biel miększu chleba wytworzonego z ciasta o różnych parametrach (W oznaczeniu rodzaju próbki pierwsza cyfra oznacza wydajność a druga temperaturę ciasta)

Fig. 4. Whiteness of breadcrumb from dough with different parameters (The kind of specimen means: first figure - dough yield, second figure - dough temperature)

Zwiększanie wydajności ciasta w badanym zakresie od 155 do 165% spowodowało istotne zmiany w wilgotności miększu chleba (rys. 5) zarówno po 1 dobie przechowywania jak i po 3 dobach. Najmniejszą wilgotność miały chleby wypiekane z ciasta o najniższej wydajności 155%. Wydłużenie okresu przechowywania z 1 do 3 dobie wpłynęło na istotne zmniejszenie wilgotności miększu. Po pierwszej dobie przechowywania chleba zauważono, że istotnie mniejszą wilgotnością odznaczał się chleb wypieczony z ciasta o najwyższej temperaturze 34°C. Dodatkowo w przypadku wydajności ciasta równej 160%, wraz ze wzrostem temperatury ciasta od 22 do 34°C obserwowano spadek wilgotności miększu. Po trzech dobach przechowywania chleba nie zaobserwowano istotnych różnic wilgotności miększu chleba wypiekanego z ciasta o różnych temperaturach.

Twardość miększu określona za pomocą wskaźnika twardości (rys. 6) była istotnie różna dla ciasta o zmiennych parametrach. Największe wartości tego wyróżnika tekstury miększu były dla chleba wypiekanego z ciasta o najmniejszej wydajności 155%. Gil i in. (1997) zauważyli, że siła ściskania miększu chleba zmniejszała się wraz ze wzrostem od 160 do 166% wydajności ciasta.

Przy wzroście temperatury od 22 do 28°C następował istotny spadek twardości miękiszu a po przekroczeniu temperatury od 28 do 34°C nastąpił wzrost tej cechy miękiszu chleba z ciasta o wydajności 155 i 165%. Natomiast w przypadku ciasta o wydajności 160% zauważono tendencję spadkową twardości miękiszu wraz ze wzrostem temperatury ciasta w badanym zakresie od 22 do 34°C. Twardość miękiszu pieczywa z ciasta o wydajności 160% i temperaturze 34°C była najmniejsza. Należy zaznaczyć, że dla każdej wydajności ciasta chleby z ciasta o temperaturze 28°C nie były zróżnicowane pod względem twardości.

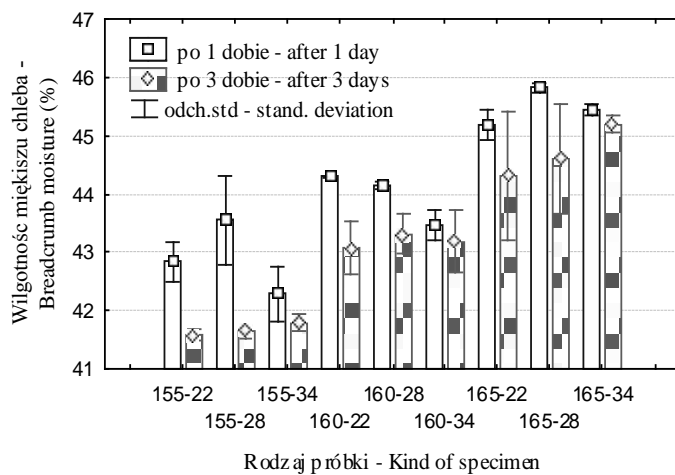
Uwzględniając wszystkie parametry fizyczne można wyłonić chleb charakteryzujący się najlepszą jakością tzn. taki, którego objętość jest duża, przy małej twardości i zadowalającym współczynniku porowatości. Najlepszy chleb uzyskano z ciasta o wydajności 160% i temperaturze 28°C.

Podsumowując należy zaznaczyć, że zmieniając takie parametry ciasta jak jego wydajność i temperaturę można wpłynąć na istotne zmiany cech fizycznych chleba, dlatego też należy uwzględniać i monitorować parametry ciasta podczas wypieku.

Tabela 1. Wartości współczynników korelacji pomiędzy cechami chleba, * istotne dla $\alpha = 0,05$

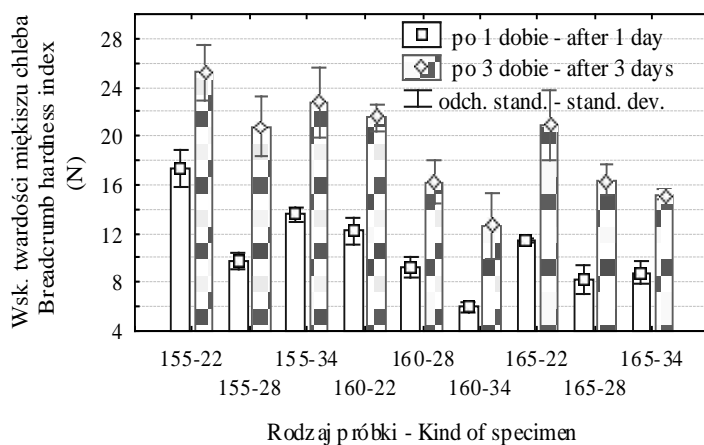
Table 1. Correlation coefficients between bread features * significant at $\alpha = 0.05$

Cecha chleba Feature of bread	Objętość chleba Bread loaf volume	Masa właściwa chleba Sp. weight of bread	Wsp. porow. miękiszu Breadcrumb porosity	Biel miękiszu Breadcrumb whiteness	Ind. tward. miękiszu Breadcrumb hardness ind.
Objęt. chleba Bread loaf vol- ume	–	–0,902*	–0,523*	–0,601*	–0,791*
Masa właściwa chleba Specific weight of bread	–0,902*	–	0,501*	0,465	0,701*
Wsp. porow. miękiszu Bread crumb porosity	–0,523*	0,501*	–	0,674*	0,653*
Biel miękiszu Bread crumb whiteness	–0,601*	0,465	0,674*	–	0,664*
Ind. tward. miękiszu Bread crumb hardness index	–0,791*	0,701*	0,653*	0,664*	–



Rys. 5. Wilgotność miękiszu chleba wytworzonego z ciasta o różnych parametrach (W oznaczeniu rodzaju próbki pierwsza cyfra oznacza wydajność a druga temperaturę ciasta)

Fig. 5. Moisture of breadcrumb from dough with different parameters (The kind of specimen means: first figure - dough yield, second figure - dough temperature)



Rys. 6. Wskaźnik twardości miękiszu chleba wytworzonego z ciasta o różnych parametrach (W oznaczeniu rodzaju próbki pierwsza cyfra oznacza wydajność a druga temperaturę ciasta)

Fig. 6. Hardness index of breadcrumb from dough with different parameters (The kind of specimen means: first figure - dough yield, second figure - dough temperature)

WNIOSKI

1. Największą objętość miały chleby wypiekane z ciasta o wydajności 160%, a najmniejszą objętość uzyskano z ciasta o wydajności 155%. Wzrost temperatury z 22 do 28°C powodował istotne zwiększenie objętości pieczywa.

2. Najmniejsze wartości porowatości (największe pory) miały chleby wypieczone z ciasta o temperaturze 34°C i wydajności 160 i 165%, natomiast największą wartość porowatości i bieli miękiszu miał chleb z ciasta o wydajności (155%) i temperaturze (22°C). Stwierdzono istotne korelacje dodatnie między wskaźnikiem porowatości miękiszu i jego bielą ($r = 0,674$).

3. Z ciasta o najwyższej wydajności 165% uzyskano chleby o największej wilgotności. Po trzech dobach przechowywania chleba dla wszystkich badanych przedziałów wydajności ciasta zauważono, że istotnie mniejszą wilgotnością odznaczał się chleb wypieczony z ciasta o temperaturze 34°C.

4. Twardość miękiszu pieczywa z ciasta o wydajności 160% i temperaturze 34°C była najmniejsza, natomiast największe wartości tego wskaźnika były dla chleba wypiekanego z ciasta o wydajności 155%. We wszystkich wariantach przy wzroście temperatury od 22 do 28°C następował istotny spadek twardości.

5. Najlepszy chleb uzyskano z ciasta o wydajności 160% i temperaturze 28°C, charakteryzował się on dużą objętością, dostateczną oceną porowatości, przy jednocześnie małej twardości.

PIŚMIENNICTWO

- Başaran A., Göçmen D., 2003. The effects of low mixing temperature on dough rheology and bread properties. *Eur. Food Res. Technol.*, 217, 138-142.
- Bourne M.C., 1978. Texture profile analysis. *Food Technology*, 7, 62-66.
- Gąsiorowski H., 2004. Węglowodany w ziarnie pszenicy (Cz. 2). Cukry złożone – skrobia. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 02, 2-6.
- 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..
- Miś A., Grundas S., 2009. Wpływ obróbki cieplnej na zdolność ekspansji glutenu. *Acta Agrophysica* 14(3), 659-674.
- Neryng A., Gębski J., 2005. Analiza wpływu parametrów procesu miesienia na jakość pieczywa żytnio-pszennego. *Inżynieria Rolnicza*, 9 (69), 215-223.
- Osella C.A., Sanchez H.D., de la Torre M.A., 2007. Effect of dough water content and mixing conditions on energy imparted to dough and bread quality. *Cereal Foods World*, 52 (2), 70-73.
- Piesiewicz H., 2004. Cztery typy ciasta pszennego. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 6, 20-23.
- PN-EN ISO 21415-1:2007. Pszenica i mąka pszenna – Zawartość glutenu – Część 1: Oznaczanie ilości glutenu mokrego metodą ręcznego wymywania.
- PN-EN ISO 3093:2007.. Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina -- Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.

- PN-ISO 5530-1:1999. Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- Półtorak A., 2007. Analiza zmian właściwości fizycznych półproduktów piekarskich i ich wpływ na teksturę gotowych produktów. *Inżynieria Rolnicza*, 5(93), 347-354.
- 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 2010., Wpływ parametrów obróbki ciasta na cechy fizyczne chleba pszennego. *Acta Agrophysica*, 16(1), 149-161.
- Różyło R., Dziki D., Laskowski J., 2009. Ocena cech tekstury pieczywa wykonanego z różnym udziałem wody. *Acta Agrophysica*, 13(3), 761-769.
- Różyło R., Dziki D., Laskowski J., 2010. Wpływ zawartości glutenu na cechy fizyczne chleba pszenego wypiekanego z ciasta o różnej wydajności. *Acta Agrophysica*, 15(2), 383-394.
- Sadeghi A., Shahidi F., Mortazavi S.A., Mahallati M.N., Koocheki A., Mokarram R.R., 2009. Sour-dough effect on reduction of Barbari bread staling. *J. Sci. and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 13, 47(A), 37-47.
- Sadkiewicz K., Sadkiewicz J., 1998. Urządzenia pomiarowo-badawcze dla przetwórstwa zbożowo-mącznego. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz.
- Salovaara, H., Valjakka, T. 1987. The effect of fermentation temperature, flour type, and starter on the properties of sour wheat bread. *Int. J. Food Sci. & Technology*, 22(6), 591-597.
- Weegels, P. L., Verhoek, J. A., Groot, A. M. G. de Hamer, R. J., 1994. Effects on gluten of heating at different moisture contents. II. Changes in physicochemical properties and secondary structure. *Journal of Cereal Science*, 19, (1), 39-47.
- Wilson A.J., Morgenstern M.P., Kavale S., 2001. Mixing Response of a Variable Speed 125g Laboratory Scale Mechanical Dough Development Mixer. *Journal of Cereal Science*, 34, 151-158.

PHYSICAL PROPERTIES OF WHEAT BREAD BAKED FROM DOUGH WITH DIFFERENT PARAMETERS

Renata Różyło, Janusz Laskowski, Dariusz Dziki

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

Abstract. The objective of this study was to evaluate the changes of physical properties of bread baked using dough with different yield (155, 160, 165%) and temperature (22, 28, 34°C). The breads were baked using the straight dough method. Quality of the resulting bread was evaluated with respect to the loaf volume and the specific weight of bread, the porosity index and the whiteness of breadcrumb and the moisture and hardness of breadcrumb. The results show that the changes of dough yield and temperature had a significant effect on the physical properties of bread. The biggest loaf volume was obtained for breads baked from dough with 160% yield and the smallest volume for breads from dough with 155% yield. The highest moisture content was noted for breads from dough with the 165% yield. Additionally, increment of temperature from 22 to 28°C caused loaf enlargement and crumb hardness reduction. The best quality bread with big loaf volume, sufficient porosity and small hardness of breadcrumb was achieved from dough with 160% yield and 28°C temperature.

Key words: bread, dough, yield, temperature