

WPLYW WARUNKÓW WYTWARZANIA CIASTA NA PROCES FERMENTACJI I WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE PIECZYWA PSZENNEGO

Renata Różyło, Dariusz Dziki, Janusz Laskowski

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

Streszczenie. Celem pracy było określenie zmian właściwości fermentacyjnych ciasta i właściwości fizycznych chleba z ciasta wytwarzanego w różnych warunkach. Ciasto wytworzono przez połączenie składników z wodą o różnej temperaturze (10, 20, 30, 40 i 50°C), następnie miesiono przez 5 i 8 minut. Badania wykazały, że wraz ze wzrostem temperatury wody od 10 do 50°C zwiększała się liniowo temperatura ciasta. Wydłużenie czasu miesienia z 5 do 8 minut przy dodatku wody o temperaturze 10°C wpłynęło na wzrost temperatury ciasta o 2°C a przy dodatku wody o temperaturze 50°C uzyskano już tylko wzrost temperatury ciasta o 0,5°C. Zastosowanie wody o zmiennej temperaturze tj.; 10, 20, 30, 40 i 50°C spowodowało istotne zmiany we właściwościach fermentacyjnych ciasta. Zwiększanie temperatury wody od 10 do 40°C wpłynęło na wzrost objętości chleba. Przy niższych temperaturach wody tj od 10 do 30°C zaobserwowano istotny wpływ przedłużonego czasu miesienia na wzrost objętości. Najmniejszą biel i twardość miał mięksisz chleba wypiekanego z ciasta z dodatkiem wody o temperaturze 40°C. Mięksisz chleba z ciasta miesionego dłużej miał niższą twardość.

Słowa kluczowe: chleb, pieczywo, ciasto, woda, temperatura, miesienie, fermentacja

WSTĘP

W procesie wytwarzania ciasta istotną rolę spełniają warunki, wśród nich temperatura wody i czas miesienia, mające istotne znaczenie w kształtowaniu właściwości fizycznych pieczywa.

Woda jest jednym z podstawowych składników ciasta i ma wpływ na przemiany fizyczne i chemiczne jakie zachodzą podczas jego wytwarzania jak również podczas wypieku chleba (Wagner i in. 2007). Woda w cieście jest rozpuszczalnikiem i środowiskiem dla reakcji wielu substancji organicznych i nieorganicznych, kształtuje właściwości organoleptyczne, jest czynnikiem strukturotwór-

czym, wspomaga działanie polepszaczy (Piesiewicz 2004). Zmieniając dodatek wody do ciasta wpływa się na jego właściwości (Chin i in. 2005), w konsekwencji uzyskując pieczywo zróżnicowane jakościowo (Piesiewicz 2004, Osella i in. 2007, Różyło i in. 2009, 2010).

Oprócz ilości również temperatura wody ma istotne znaczenie w procesie wytwarzania ciasta. Ziarenka skrobi w środowisku wodnym, pod wpływem temperatury zaczynają tracić swój charakterystyczny wygląd i przy temperaturze pęcznienia powstaje kleik skrobiowy (Gąsiorowski 2004). Czas miesienia ciasta również nie jest bez znaczenia ponieważ podczas miesienia, woda i mąka są przetwarzane na ciasto. W wyniku oddziaływań mechanicznych podczas miesienia powstaje sieć glutenowa, dzięki niej powstaje struktura ciasta, a w dalszej kolejności miększu (Autio i Laurikainen 1997).

Już w najstarszych opracowaniach z dziedziny piekarstwa (Długoszewski i Horowski 1911), podaje się, że do wypieku można stosować wodę o różnych temperaturach w zakresie od 10 do 40°C. Dotychczasowa literatura jednak nie ujmuje jakich zmian właściwości ciasta i cech pieczywa można się spodziewać stosując wodę o zróżnicowanej temperaturze i przedłużając czas miesienia ciasta.

W związku z powyższym celem pracy było określenie zmian temperatury ciasta, jego właściwości fermentacyjnych jak i cech fizycznych chleba z ciasta miesionego w różnym czasie z dodatkiem wody o zróżnicowanej temperaturze.

MATERIAŁ I METODY

Mąka użyta do badań charakteryzowała się 27% zawartością glutenu mokrego i 10 mm rozpląwalnością (PN-EN ISO 21415-1:2007). Liczba opadania wynosiła 340 s (PN-EN ISO 3093:2007) a wodochłonność mąki była na poziomie 57% (PN-ISO 5530-1:1999).

Do wytworzenia ciasta zastosowano mąkę o stałej temperaturze wynoszącej 20°C i wodę o zmiennej temperaturze tj. 10, 20, 30, 40, 50°C. Temperatura otoczenia i temperatura dzieży wynosiły 21°C. Ciasto badano pod względem zdolności fermentacyjnej wykorzystując fermentograf oraz wykonywano wypiek metodą jednofazową.

Pomiar właściwości fermentacyjnych wykonano na fermentografie typ BZS model S – 2005 (Sadkiewicz Instruments). Polegał on na wytworzeniu ciasta z mąki, drożdży, soli i wody, miesieniu ciasta i poddaniu go fermentacji w komorze fermentografu w temperaturze 30°C. Ciasto wytwarzano zgodnie z recepturą zastosowaną do wypieku tj. mąka (100%), drożdże suszone instant (3% odp. ilości drożdży prasowanych), sól (2%) i woda (do uzyskania konsystencji 350 j.B). Ilość mąki zastosowana do wytworzenia ciasta odpowiadała 140 g mąki o 15% wilgotności. Fermentację ciasta prowadzono do momentu przekroczenia punktu

krytycznego, w którym następował optymalny rozrost ciasta. Podczas pomiaru otrzymano wykres, na którym zostały wyznaczone dwie krzywe V_c i V_c+CO_2 . Krzywa V_c – określająca objętość ciasta, oraz krzywa V_c+CO_2 całkowita ilość CO_2 wytworzonego podczas fermentacji ciasta. Zgodnie ze wskazówkami producenta fermentografu określono następujące parametry: objętość początkową ciasta V_{cp} (cm^3), objętość ciasta w punkcie krytycznym V_{ck} (cm^3), przyrost objętości ciasta do punktu krytycznego dV_{ck} (cm^3), objętość CO_2 w punkcie krytycznym V_{co_2k} (cm^3) oraz procent zatrzymanego CO_2 .

Wypieki laboratoryjne pieczywa przeprowadzono metodą jednofazową wg Jakubczyka i Habera (1983). Ciasto sporządzano po wymiesieniu (5 i 8 min) składników tj. wody, mąki, drożdży suszonych instant i soli w miesiarce wolno-obrotowej typ GM 2. Sporządzone ciasto fermentowano (temperatura $30^\circ C$, wilgotność względna 75-88%) przez okres 1 godziny z 1 min przebicciem po 30 minutach. Po zakończeniu fermentacji odważano i formowano kęs ciasta, który poddawano rozrostowi końcowemu (temperatura $30^\circ C$, wilgotność 75-88%) do momentu uzyskania optymalnego rozrostu. Następnie przeprowadzano wypiek pieczywa (temperatura $230^\circ C$, czas 30 min).

Wypieki wykonano w trzech powtórzeniach. Masę i objętość wypieczonego chleba określano po jednej dobie od wypieku. Objętość pieczywa określano przez pomiar w naczyniu objętości wypartych przez bochenek nasion prosa.

Grubość skórki określano stosując analizę cyfrową skanów (hp scanjet 3530c) kromek pochodzących z części środkowych chleba, przy wykorzystaniu programu MultiScan. Przed przystąpieniem do pomiaru obraz wyskalowano, następnie dokonano filtracji obrazu filtrem gradientowym (Laplacian) wyodrębniającym kontury obiektu.

Ocena właściwości miękiszu pieczywa polegała na określeniu bieli miękiszu jak i jego twardości. Do oznaczenia bieli miękiszu wykorzystano miernik bieli typu MB (Sadkiewicz i Sadkiewicz 1998). 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 wykonywano w 6 powtórzeniach analizując po 2 środkowe kromki z każdego chleba.

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. Próbkę miękiszu ściskano trzpieniem o średnicy 30 mm do 50% głębokości. Pomiar 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 Tukey'a posłużyły do stwierdzenia istotności różnic między grupami.

WYNIKI I DYSKUSJA

Zwiększanie temperatury wody w zakresie od 10 do 50°C spowodowało wzrost temperatury ciasta od 22,6 do 36,4°C (czas miesienia 5 min) oraz od 24,6 do 36,9°C (czas miesienia 8 min). Zauważone zależności między temperaturą wody a temperaturą ciasta opisano funkcjami liniowymi dla dwóch badanych czasów miesienia 5 (równanie 1) i 8 min (równanie 2).

$$T_{c5min} = 0,362 \cdot t_w + 18,90; \quad R^2 = 0,982 \quad (1)$$

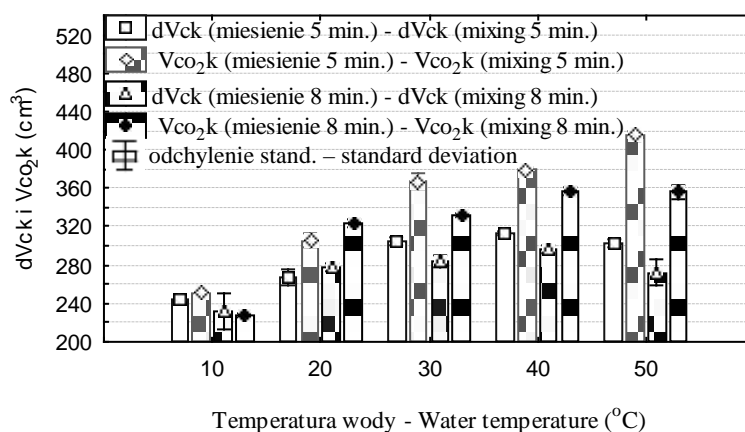
$$T_{c8min} = 0,323 \cdot t_w + 21,29; \quad R^2 = 0,981 \quad (2)$$

Temperatura fermentacji ciasta może być różna. Przykładowo Salovaara i Valjakka (1987) zastosowali temperaturę fermentacji na poziomie 25 i 30°C. Natomiast temperatura ciasta po miesieniu w badaniach Başaran i Göçmen (2003) wynosiła 17, 23 i 30°C. Sadeghi i in. (2009) fermentowali ciasto w temperaturze 28, 32 i 36°C natomiast Siffiring i Bruinsma (1993) prowadzili rozrost pieczywa w zakresie od 24 do 52°C.

Dodatkowo zauważono, że we wszystkich przypadkach, dłuższe miesienie ciasta powodowało istotny wzrost temperatury, który najbardziej zaznaczał się przy najniższej temperaturze wody, tj 10°C. Zastosowanie wody o temperaturze 10°C spowodowało wzrost temperatury ciasta o 2°C podczas przedłużenia czasu miesienia z 5 do 8 min, natomiast woda o temperaturze 50°C wywołała już tylko wzrost temperatury ciasta o 0,5°C. Znaczne zwiększenie temperatury ciasta wytworzonego z dodatkiem wody o temperaturze 10°C można wytłumaczyć tym, że pomimo takiej samej ilości wody przy niższej temperaturze zauważono bardziej związłą konsystencję ciasta, która stawiała większy opór mieszadłom, co wpływało na wzrost temperatury ciasta, dodatkowo podczas przedłużania czasu miesienia wpływ wywierała również temperatura otoczenia i dzieży miesiarki, będące na poziomie 21°C.

Badania wykazały, że zastosowanie wody o zróżnicowanej temperaturze, tj. 10; 20; 30; 40 i 50°C spowodowało istotne zmiany we właściwościach fermentacyjnych ciasta (rys. 1), również we wcześniejszych badaniach Różyło (2011) zastosowanie mąki o zróżnicowanej temperaturze w zakresie od -20 do 60°C wpłynęło istotnie zmiany tych właściwości ciasta. Wraz ze wzrostem temperatury wody w zakresie

od 10 do 40°C zaobserwowano zwiększenie się przyrostu objętości ciasta, a następnie spadek tego parametru po zastosowaniu wody o temperaturze 50°C.



Rys. 1. Przyrost objętości ciasta (dVck) i objętość CO₂ (Vco₂k) wydzielanego podczas fermentacji do punktu krytycznego

Fig. 1. Increase of dough volume (dVck) and amount of CO₂ (Vco₂k) produced during fermentation up to optimal growth

Zwiększanie temperatury wody z 10 do 50°C powodowało wzrost ilości dwutlenku węgla wydzielanego podczas fermentacji ciasta. Podobną zależność uzyskali Rosel i Collar (2009), którzy stwierdzili, że wraz ze wzrostem temperatury fermentacji ciasta w zakresie od 15 do 35°C zwiększała się ilość wydzielonego dwutlenku węgla. Zmiany przyrostu objętości ciasta i ilości wydzielonego CO₂ w zależności od temperatury wody przedstawiono w postaci równań zamieszczonych w tabeli 1. Prawie we wszystkich przypadkach nie zauważono istotnych różnic w przyroście objętości ciasta i objętości CO₂ wydzielonego podczas fermentacji ciasta z wody o temperaturze 30 i 40°C. Największe istotne zmiany zarówno objętości ciasta jak i ilości CO₂ wydzielanego podczas fermentacji zauważono zwiększając temperaturę wody z 10 do 20°C.

Analogicznie jak w przypadku objętości ciasta podczas fermentacji zaobserwowano zmiany objętości chleba (rys. 2). Objętość chleba istotnie wzrosła na skutek wzrostu temperatury wody z 10 do 40°C i zmalała po zastosowaniu wody o temperaturze 50°C. Wydłużenie czasu mieszenia ciasta przy niższych temperaturach dodawanej wody tj. od 10 do 30°C spowodowało istotne zmiany objętości chleba. Objętość zwiększyła się wraz z wydłużeniem czasu mieszenia z 5 do 8 minut. Zmiany opisano równaniami postaci wielomianu drugiego stopnia (tab. 2). Zróżnicowana temperatura wody wywoływała istotne zmiany w temperaturze cia-

sta, co w konsekwencji powodowało zmiany objętości chleba. Sadeghi i in. (2009) stwierdzili, że największą objętość miały chleby wypiekane z ciasta fermentowanego w temperaturze 32°C w porównaniu do 28 i 36°C. Siffring i Bruinsma (1993) stwierdzili, że po zastosowaniu temperatury rozrostu ciasta w zakresie od 24 do 52°C, przy wyższych temperaturach uzyskuje się chleb o mniejszej objętości.

Tabela 1. Równania zależności pomiędzy temperaturą wody (x) a właściwościami fermentacyjnymi ciasta (y)

Table 1. Equations expressing the relations between water temperature (x) and dough fermentation properties (y)

Właściwości fermentacyjne ciasta Dough ferment. properties	Czas miesienia ciasta Dough mixing time	Postać równania Form of equation	R ²
Przyrost objętości ciasta Increase of dough volume	5 min	$y = -0,0661 \cdot x^2 + 5,586 \cdot x + 191,3$	0,958
	8 min	$y = -0,096 \cdot x^2 + 6,7671 \cdot x + 174,27$	0,957
Ilość wytwarzanego CO ₂ Amount of CO ₂ produced	5 min	$y = 4,0086 \cdot x + 222,78$	0,951
	8 min	$y = -0,125 \cdot x^2 + 10,42 \cdot x + 143,91$	0,939
Procent zatrzymanego CO ₂ Percentage of CO ₂ retained	5 min	$y = -0,5389 \cdot x + 100,92$	0,924
	8 min	$y = -0,5291 \cdot x + 102,39$	0,814

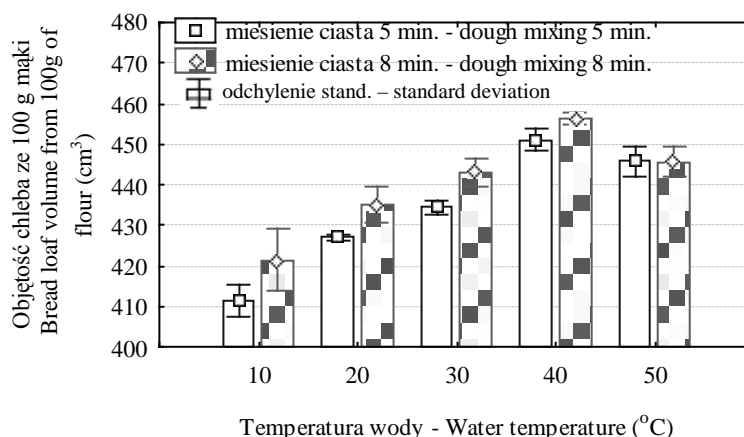
Tabela 2. Równania zależności pomiędzy temperaturą wody (x) dodawanej do ciasta a cechami chleba (y)

Table 2. Equations expressing the relations between temperature of water (x) added to dough and bread features (y)

Cecha chleba Bread feature	Czas miesienia ciasta Dough mix. time	Postać równania Form of equation	R ²
Objętość chleba Bread loaf volume	5 min	$y = -0,0234 \cdot x^2 + 2,3339 \cdot x + 389,69$	0,948
	8 min	$y = -0,031 \cdot x^2 + 2,5571 \cdot x + 397,6$	0,916
Grubość skórki Bread crust thickness	5 min	$y = 0,0006 \cdot x^2 - 0,0495 \cdot x + 3,5636$	0,958
	8 min	$y = 0,0002 \cdot x^2 - 0,0445 \cdot x + 3,6705$	0,640
Biel miękiszu Bread crumb whiteness	5 min	$y = 0,0019 \cdot x^2 - 0,171 \cdot x + 39,727$	0,751
	8 min	$y = 0,0005 \cdot x^3 - 0,041 \cdot x^2 + 0,808 \cdot x + 33,09$	0,881
Ind. tward. miękiszu po 1 d Crumb hard. ind. (1 day)	5 min	$y = 0,0006 \cdot x^2 - 0,1409 \cdot x + 18,38$	0,736
	8 min	$y = 0,0022 \cdot x^2 - 0,2128 \cdot x + 17,393$	0,644
Ind. tward. miękiszu po 3 d Crumb hard. ind. (3 days)	5 min	$y = -0,0023 \cdot x^2 + 0,0546 \cdot x + 18,565$	0,525
	8 min	$y = 0,0025 \cdot x^2 - 0,1832 \cdot x + 17,753$	0,646

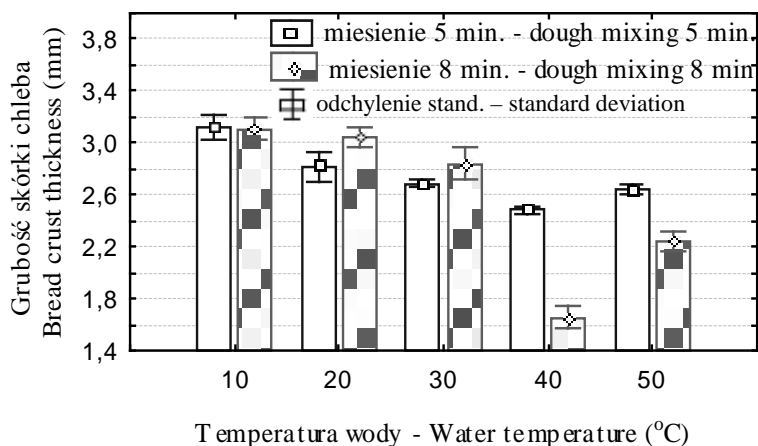
Zmniejszenie objętości chleba wypiekanego z ciasta sporządzonego z dodatkiem wody o temperaturze 50°C mogło być spowodowane zmianami właściwości glutenu. Miś i Grundas (2009) podczas testu ekspansji glutenu stwierdzili, że zwiększanie temperatury jego obróbki z 45 do 75°C wpływało na stopniowe zmniejszanie się objętości tego składnika. Weegels i in. (1994a i b) podają, że podczas obróbki termicznej glutenu i przy wyższej wilgotności zachodzą nieodwracalne zmiany struktury, tworzą się coraz większe agregaty głównie z białek gluteninowych połączonych ze sobą wiązaniami dwusiarczkowymi.

Zauważono, że zastosowanie różnych temperatur wody do ciasta wpływało na uzyskanie chlebów o różnej grubości skórki (rys. 3). Najmniejsza grubość miał chleb wypieczony z ciasta uzyskanego po dodaniu wody o temperaturze 40°C, a największą grubość skórki miały chleby z ciasta po dodaniu wody o temperaturze 10°C. Dłuższe mieszenie ciasta wpłynęło istotnie na zmniejszenie grubości skórki jedynie w przypadku ciasta sporządzonego z wody o temperaturze 40 i 50°C.

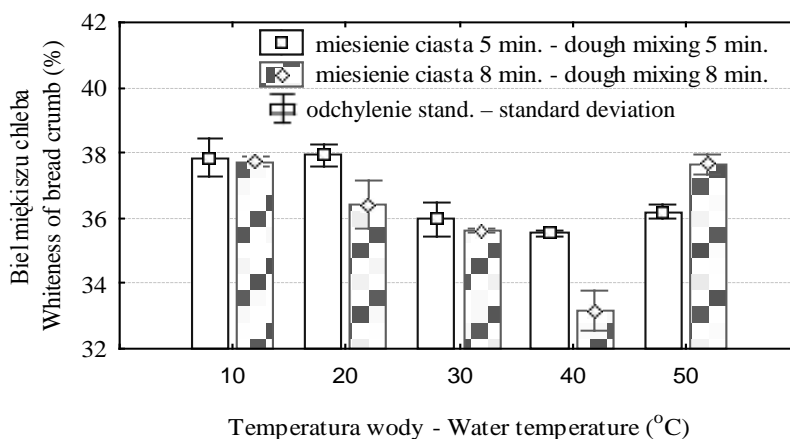


Rys. 2. Objętość chleba wytworzonego z ciasta z dodatkiem wody o różnej temperaturze
Fig. 2. Bread loaf volume from dough made using water of different temperature

Wraz ze wzrostem temperatury wody w badanym zakresie od 10 do 50°C obserwowano zmiany bieli miękkiszu chleba (rys. 4). Największą bielą charakteryzował się miękisz wypiekany z ciasta z dodatkiem wody o temperaturze 10°C, później wraz ze zwiększaniem temperatury do 40°C nastąpił spadek bieli miękkiszu a następnie wzrost przy temperaturze wody 50°C. Na obniżenie bieli miękkiszu miała wpływ wielkość porów miękkiszu spowodowana wzrostem objętości bochenka. Ujemna korelacja pomiędzy objętością bochenka a bielą miękkiszu i wskaźnikiem porowatości była wykazana we wcześniejszym opracowaniu (Różyło 2010).

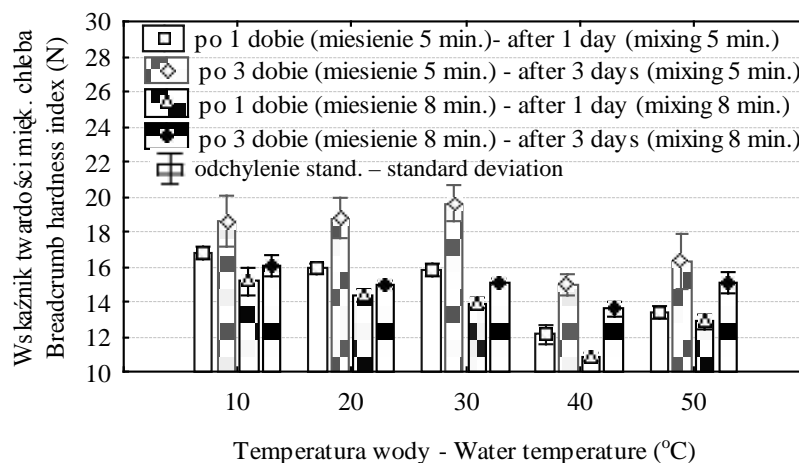


Rys. 3. Grubość skórki chleba wytworzonego z ciasta z dodatkiem wody o różnej temperaturze
Fig. 3. Thickness of bread crust from dough made using water of different temperature



Rys. 4. Biel miększu chleba wytworzonego z ciasta z dodatkiem wody o różnej temperaturze
Fig. 4. Whiteness of breadcrumb from dough made using water of different temperature

Temperatura wody użytej do wytwarzania ciasta miała wpływ na twardość miększu (rys. 5). Zmiany wartości wskaźnika twardości w funkcji temperatury wody opisano równaniami postaci wielomianu drugiego stopnia zamieszczonymi w tabeli 2.



Rys. 5. Wskaźnik twardości miękiszu chleba wytworzonego z ciasta z dodatkiem wody o różnej temperaturze

Fig. 5. Hardness index of breadcrumb from dough made using water of different temperature

Najmniejszą twardością po pierwszej dobie i po trzech dobach charakteryzował się miękisz z ciasta wytworzonego z dodatkiem wody podgrzanej do temperatury 40°C. Jak widać zmiany twardości miękiszu są powiązane z oceną jego bieli a to ma również związek z wielkością porów. Podobne zależności uzyskano we wcześniejszych badaniach stosując do wypieku mąkę o zróżnicowanej temperaturze (Różyło 2011). Dodatkowo zauważono, że miękisz z ciasta miesionego dłużej miał niższą twardość. Potwierdza to wcześniejsze badania Lewickiej (2007) i Różyło (2010, 2011). W badaniach własnych zaobserwowano również, wyjątkowo duże różnice w twardości ocenianej po 3 dniach pomiędzy 5 a 8 minutowym miesieniem, różnice te zanikały gdy stosowano wodę o temperaturze 40 i 50°C. Można domyślać się, że przy tych temperaturach panowały najbardziej optymalne warunki rozwoju struktury ciasta i jego fermentacji i nie było już konieczne przedłużanie czasu miesienia ciasta. W procesie czerstwienia pieczywa istotną rolę odgrywa skrobia (Fik 2004) więc przeobrażenia, które nastąpiły podczas wytwarzania pieczywa w różnych warunkach temperaturowych mogły wpłynąć na zróżnicowanie dynamiki zmian retrogradacji skrobi podczas przechowywania.

WNIOSKI

1. Wraz ze wzrostem temperatury wody od 10 do 50°C zwiększała się liniowo temperatura ciasta od 22,6 do 36,4°C (czas miesienia 5 min) oraz od 24,6

do 36,9°C (czas miesienia 8 min) Przedłużenie czasu miesienia z 5 do 8 minut przy dodatku wody o temperaturze 10°C wpłynęło na wzrost temperatury ciasta o 2°C, natomiast stosując wodę o temperaturze 50°C uzyskano już tylko wzrost temperatury ciasta o 0,5°C.

2. Ciasto wytwarzane z dodatkiem wody o różnej temperaturze, tj. 10; 20; 30; 40 i 50°C charakteryzowało się odmiennymi właściwościami fermentacyjnymi. Największą objętość miało ciasto z dodatkiem wody o temperaturze 40°C, natomiast najwięcej CO₂ wytworzyło ciasto uzyskane po miesieniu składników z wodą o temperaturze 50°C.

3. Objętość chleba w istotny sposób zmieniała się w zależności od temperatury wody i czasu miesienia ciasta. Zwiększanie temperatury wody od 10 do 40°C powodowało wzrost objętości chleba a przy temperaturze 50°C nastąpił spadek tego parametru. Najmniejszą objętość, istotnie różną od pozostałych, uzyskano z ciasta z dodatkiem wody o temperaturze 10°C. Przy temperaturach wody w zakresie od 10 do 30°C zaobserwowano istotny wpływ przedłużonego czasu miesienia na wzrost objętości.

4. Najgrubszą skórkę chleba uzyskano stosując do wytwarzania ciasta wodę o temperaturze 10°C a najcieńszą o temperaturze 40°C. Dłuższe miesienie ciasta wpłynęło istotnie na zmniejszenie grubości skórki jedynie w przypadku ciasta sporządzonego z wody o temperaturze 40 i 50°C.

5. Wraz ze wzrostem temperatury wody w badanym zakresie od 10 do 50°C zauważono zmiany bieli i twardości miękiszu. Najmniejszą biel i twardość miał miększy chleba wypiekanego z ciasta z dodatkiem wody o temperaturze 40°C. Miększy z ciasta miesionego dłużej, tj 8 min w porównaniu do 5 min miał niższą twardość.

PIŚMIENNICTWO

- Autio K., Laurikainen T., 1997. Relationships between flour/dough microstructure and dough handling and baking properties. *Trends in Food Science and Technology*, 1997, 6(8), 181-185.
- 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.
- 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.
- Długoszewski S., Horowski J., 1911. *Piekarstwo w teorii i praktyce*. Wydawnictwo Kraków. 125.
- Fik M., 2004. Czerstwienie pieczywa i sposoby przedłużania jego świeżości. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(39), 5-22.
- Gąsiorowski H., 2004. Węglowodany w ziarnie pszenicy (Cz. 2). Cukry złożone – skrobia. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 02, 2-6.

- Jakubczyk T., Haber T., 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawnictwo SGGW-AR, 268-267.
- Lewicka B., 2007. Wpływ techniki i technologii wytwarzania ciasta na objętość uzyskanego pieczywa pszenne. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 12, 25-26
- Miś A., Grundas S., 2009. Wpływ obróbki cieplnej na zdolność ekspansji glutenu. *Acta Agrophysica* 14(3), 659-674.
- 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 pszenne. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 6, 20-23.
- PN-EN ISO 21415-1:2007 Pszenica i mąka pszena -- 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 pszena – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- Rosel C. M., Collar C., 2009. Effect of temperature and consistency on wheat dough performance. *International Journal of Food Science & Technology*. 44(3):493-502.
- Różyło R., 2010. Wpływ parametrów obróbki ciasta na cechy fizyczne chleba pszenne. *Acta Agrophysica*, 16(1), 149-161.
- Różyło R., 2011. Właściwości fermentacyjne ciasta i cechy fizyczne chleba pszenne wypiekane z mąki o różnej temperaturze. *Acta Agrophysica*, 17(1), 177-189.
- 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 pszenne wypiekane 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.
- Siffring, K., Bruinsma, B. L., 1993. Effects of proof temperature on the quality of pan bread. *Cereal Chemistry*, 70, (3), 351-353.
- Wagner M., J., Lucas T., le Ray D., Trystam G., 2007. Water transport in bread during baking. *Journal of Food Engineering*, 78, 1167-1173.
- Weegels, P. L., Verhoek, J. A., Groot, A. M. G. de, Hamer, R. J., 1994a. Effects on gluten of heating at different moisture contents. I. Changes in functional properties. *Journal of Cereal Science*. 19, (1), 31-38, 1994.
- Weegels, P. L., Verhoek, J. A., Groot, A. M. G. de, Hamer, R. J., 1994b. 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.

INFLUENCE OF DOUGH MAKING CONDITIONS ON FERMENTATION PROCESS AND PHYSICAL PROPERTIES OF WHEAT BREAD

Renata Różyło, Dariusz Dziki, Janusz Laskowski

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 fermentation properties of dough and physical properties of bread from dough made under different conditions. Dough was mixed for 5 and 8 minutes and the used water temperature was on the level of 10, 20, 30, 40 and 50°C. The results show that increasing of water temperature 10 to 50°C caused an increase of dough temperature. Use of water on the 10°C level caused an increase of dough temperature by about 2°C during mixing time extension from 5 to 8 min, however water temperature on the level 50°C caused only 0,5°C growth of dough temperature. The water temperature increase from 10 to 50°C had a significant effect on the fermentation properties of dough. The increasing temperature of water from 10 to 40°C resulted in an increase of bread loaf volume and as well as a reduction of bread crust thickness, bread crumb whiteness and hardness. During prolongation of mixing time the breadcrumb hardness was reduced.

Keywords: bread, dough, water, temperature, mixing, fermentation