

WŁAŚCIWOŚCI FERMENTACYJNE CIASTA I CECHY FIZYCZNE
CHLEBA PSZENNEGO WYPIEKANEGO Z MAKI O RÓŻNEJ
TEMPERATURZE

Renata Różyło

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 wypiekanego z mąki o różnej temperaturze. Do badań użyto mąki pszennej chlebowej typ 750. Ciasto badano na fermentografie i określano jego właściwości fermentacyjne. Chleb wypiekano metodą jednofazową i poddawano ocenie, na którą składały się następujące cechy: objętość, masa właściwa, biel miękiszu oraz twardość miękiszu. Badania wykazały, że doprowadzenie mąki do zadanych poziomów temperatury tj. -20 , 0 , 20 , 40 i 60°C spowodowało istotne zmiany we właściwościach fermentacyjnych ciasta. Zwiększanie temperatury mąki od -20 do 40°C powodowało wzrost objętości chleba, natomiast chleb z mąki o temperaturze 60°C charakteryzował się najmniejszą objętością. Również biel miękiszu i jego twardość istotnie zmieniały się zależnie od temperatury mąki.

Słowa kluczowe: chleb, pieczywo, temperatura, właściwości fermentacyjne, cechy fizyczne

WSTĘP

Obróbka cieplna mąki ma zastosowanie w różnych gałęziach przemysłu spożywczego (Cauvain i Young 2001, Schlauri 2004, Jurga 2006, 2008). Termiczne oddziaływanie na mąkę powoduje w kontrolowanym stopniu denaturację białek i kleikowanie skrobi oraz inaktywację enzymów (Jurga 2006 2008), jak również w niektórych przypadkach wzmocnienie glutenu (Schlauri 2004). Podgrzewanie skrobi w środowisku wodnym, powoduje, że ziarenka zaczynają tracić swój charakterystyczny wygląd. Przy określonej temperaturze, zwanej temperaturą pęcznienia, ziarenka tracą swoją dotychczasową postać i rozlewają się, co prowadzi do powstania kleiku skrobiowego. Z punktu chemicznego, kleik skrobiowy stanowi żół, a ten o wysokim stężeniu skleikowanej skrobi przy studzeniu przechodzi w żel (Gąsiorowski 2004).

Schłodzenie mąki stanowi zabieg podwyższający higienę w ciągu technologicznym. Dzięki niższym temperaturom mąki spowalnia się procesy enzymatyczne oraz rozwój bakterii. Poprzez obniżenie temperatury w silosach lub mąkowozach redukuje się niebezpieczeństwo kondensacji wody (Kostecki 2004).

Wpływ zmian temperatury mąki na jej cechy jakościowe opisany jest w nielicznych opracowaniach. Większość określa wpływ działania wysokich temperatur, przykładowo Stathopoulos i in. (2006) poddawali ocenie mąkę podgrzewaną do wysokiej temperatury, inni autorzy (Prakash 1998, Prakash i in. 2000) poddawali mąkę działaniu pary wodnej. Ribotta i in. (2004) inaktywowali mąkę sojową przez podgrzanie jej przez 3 min w 90°C lub 160°C. Hopek i in. (2006) oraz Ask i in. (1991) określali wpływ zaparzania mąki na jej jakość. Diakun i Komorowska (2005) wskazują na możliwość zmian wartości wypiekowej mąki przez jej wymrożenie. Nie ma natomiast prac opisujących wpływ niskiej temperatury mąki przechowywanej w warunkach chłodniczych na cechy jakościowe chleba.

Dotychczasowa literatura nie opisuje w pełni możliwości wykorzystania w piekarstwie mąki doprowadzanej do różnych temperatur, zarówno mąki ochłodzonej jak i podgrzanej do założonych temperatur. Badania takie mają istotne znaczenie poznawcze. Mąka jest przechowywana w warunkach chłodniczych, coraz częściej w silosach zewnętrznych gdzie w okresie zimowym jest narażona na wymrożenie, a jaki to ma wpływ na zmiany cech chleba. Dodatkowo istotnych informacji dostarczy określenie wpływu podgrzewania mąki na jakość chleba. A zmiany jakości mąki, jak również wpływ jej temperatury na temperaturę ciasta mogą powodować zmiany właściwości fermentacyjnych ciasta i cech fizycznych uzyskanego pieczywa.

Właściwości fermentacyjne ciasta opisane są w nielicznych opracowaniach naukowych. Do tych właściwości można zaliczyć ilość wydzielanego CO₂ i zmiany objętości ciasta podczas jego fermentacji. Ilość wydzielanego podczas fermentacji dwutlenku węgla świadczy o intensywności i podatności mąki na fermentację. Natomiast znajomość zdolności mąki do wytwarzania dwutlenku węgla ułatwia prowadzenie procesu wypieku pieczywa (Sadkiewicz i Sadkiewicz 1998).

W związku z powyższym celem pracy była ocena wartości wypiekowej przez pomiar jej właściwości fermentacyjnych jak również właściwości fizycznych chleba pszennego wytwarzanego z mąki doprowadzanej do różnej temperatury.

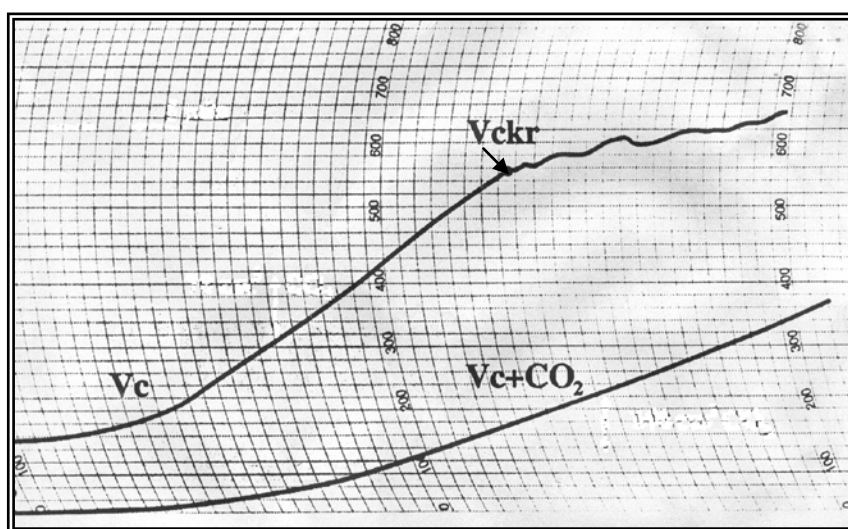
MATERIAŁ I METODY

Mąka charakteryzowała się 30% zawartością glutenu mokrego i 9 mm rozpywalnością. Liczba opadania wynosiła 312s a wodochłonność mąki była na poziomie 57%.

Zawartość glutenu mokrego oznaczono metodą wymywania PN-EN ISO 21415-1:2007. Liczbę opadania określano według normy PN-EN ISO 3093:2007

Badania przeprowadzono dla różnych poziomów temperatury mąki, tj. -20 , 0 , 20 , 40 i 60°C . Do wytworzenia ciasta zastosowano wodę o stałej temperaturze wynoszącej 20°C . Ciasto miesiono przez 5 i 8 minut, następnie badano pod względem zdolności fermentacyjnej na fermentografie oraz wykonywano wypiek metodą jednofazową.

Pomiar właściwości fermentacyjnych wykonano na fermentografie typ BZS model S – 2005 (Sadkiewicz Instruments) i polegał 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 (3%), 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 (rys. 1), na którym zostały wyznaczone dwie krzywe V_c i $V_c+\text{CO}_2$. Krzywa V_c – określająca objętość ciasta, oraz krzywa $V_c+\text{CO}_2$ całkowita ilość CO_2 wytworzonego podczas fermentacji ciasta.



Rys. 1. Wykres uzyskiwany podczas pomiaru na fermentografie wg Sadkiewicza (Sadkiewicz i Sadkiewicz 1998)

Fig. 2. Graph obtained from measurement in the Sadkiewicz fermentograph (Sadkiewicz and Sadkiewicz 1998)

Z krzywej V_c odczytano objętość początkową ciasta V_{cp} (cm^3) oraz objętość ciasta w punkcie krytycznym V_{ck} (cm^3). Na ich podstawie według wskazówek producenta wyliczono przyrost objętości ciasta do punktu krytycznego z następującego wzoru:

$$dV_{ck} = V_{ck} - V_{cp} \quad (1)$$

Krzywa $V_c + \text{CO}_2$ stanowiła podstawę do wyliczenia objętości CO_2 w punkcie krytycznym V_{CO_2k} (cm^3). Natomiast procent CO_2 zatrzymanego przez ciasto w punkcie krytycznym CO_{2z} (cm^3) obliczono z następującego wzoru:

$$\text{CO}_{2z} = \frac{dV_{ck}}{V_{\text{CO}_2k}} \cdot 100\% \quad (2)$$

Wypieki laboratoryjne pieczywa przeprowadzono metodą jednofazową wg Jakubczyka i Habera (1983). Do ciasta dodawano drożdże suszone instant w ilości odpowiadającej 3% drożdżom prasowanym. Ciasto miesiono przez okres 5 i 8 minut bezpośrednio po dozowaniu składników do dzieży miesiarki wolnoobrotowej typ GM 2. Sporządzone ciasto wstawiono razem z dzieżą na 30 minut do komory fermentacyjnej o temperaturze 30°C i wilgotności względnej 75-88%. Po upływie tego czasu przebijano ciasto w celu usunięcia wytworzonych gazów. Następnie wstawiono dzież z ciastem do komory fermentacyjnej na dalszą fermentację, trwającą 30 minut. Po zakończeniu fermentacji odważano i formowano kęs ciasta, który wkładano do wysmarowanej olejem jadalnym foremki. Foremkę z ciastem wstawiono do komory fermentacyjnej o temperaturze 30°C i wilgotności 75-88% na rozrost końcowy trwający do momentu uzyskania optymalnego rozrostu

Po zakończeniu rozrostu wyjęto foremkę z ciastem z komory fermentacyjnej, zwilżono powierzchnię ciasta wodą, po czym wstawiono foremkę do pieca piekarskiego, nagrzanego uprzednio do temperatury 230°C . W momencie wstawiania foremki z ciastem do pieca dobrze zaparowano komorę wypiekową pieca. Czas wypieku wynosił 30 minut. Po upływie tego czasu wyjęto foremkę z pieca, zwilżono powierzchnię bochenka wodą, wyjęto go z foremki i zważono na wadze technicznej z dokładnością do 0,1 g. Wypieki wykonano 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 miększu pieczywa polegała na określeniu bieli miększu jak i jego twardości.

Do oznaczenia bieli miększu 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 zasto-

sowaniu źródła światła monochromatycznego o długości fali $l = 565$ nm, natomiast analiza ilościowa światła odbitego po przetworzeniu na sygnał elektryczny odbywa się w systemie mikroprocesorowym. Pomiar bieli miększu badanych chlebów polegał na wykalibrowaniu miernika wg wzorca oraz pomiarze bieli po przyłożeniu pierścienia głowicy ze źródłem promieniowania do kromki chleba. Pomiar bieli miększu wykonywano w 6 powtórzeniach analizując po 2 środkowe kromki z każdego chleba.

Twardość jako wskaźnik technologiczny i podstawowy wyznacznik tekstury (test TPA) (Bourne 1978) miększu określano po 1 i po 3 dobach przechowywania, na próbkach miększu o wymiarach 30 x 30 x 20 mm przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S. Próbkę miększu ściskano trzpieniem o średnicy 30 mm do 50% głębokości. Pomiar wykonano w 9 powtórzeniach na próbkach ze środkowych części chleba. Wskaźnik twardości (N) stanowiła wielkość siły odpowiadającej wysokości piksu.

Analiza statystyczna wyników badań została przeprowadzona na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ przy wykorzystaniu programu Statistica firmy Statsoft.

WYNIKI I DYSKUSJA

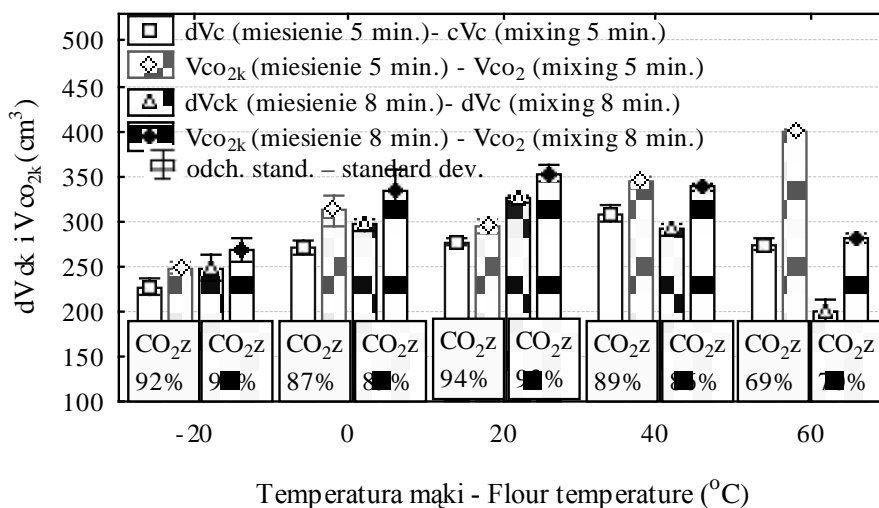
Zmienna temperatura mąki wywołała istotne zmiany w temperaturze ciasta po jego miesieniu. Wraz ze wzrostem temperatury mąki od -20 do 60°C zwiększała się temperatura ciasta od $18,4$ do 37°C (czas miesienia 5 min) oraz od $19,2$ do $37,4^{\circ}\text{C}$ (czas miesienia 8 min). W literaturze nie ma danych odnośnie wpływu temperatury mąki na temperaturę ciasta, nieliczne prace podają temperaturę fermentacji ciasta jako czynnik determinujący właściwości chleba. Przykładowo Salovaara i Valjakka (1987) zastosowali temperaturę fermentacji ciasta na poziomie 25 i 30°C . Natomiast temperatura ciasta po miesieniu w badaniach Başaran i Göçmen (2003) wynosiła 17 , 23 i 30°C .

Dodatkowo zauważono, że prawie we wszystkich przypadkach oprócz temp. 60°C , istotnie wyższą temperaturą ciasta odznaczała się mąka miesiona przez 8 min w porównaniu do 5 min. Zauważoną zależność między temperaturą mąki a temperaturą ciasta opisano funkcjami liniowymi dla dwóch badanych czasów miesienia 5 (równanie 3) i 8 min (równanie 4).

$$T_{c5\text{min}} = 4,63 \cdot t_m + 14,136 \quad (3)$$

$$T_{c8\text{min}} = 4,32 \cdot t_m + 14,976 \quad (4)$$

Badania wykazały, że doprowadzenie mąki do zadanych poziomów temperatury tj. -20 , 0 , 20 , 40 i 60°C spowodowało istotne zmiany w jej właściwościach fermentacyjnych (rys. 2).



Rys. 2. Przyrost objętości ciasta (dV_{ck}) i objętość CO_2 (V_{co_2k}) wydzielanego i zatrzymanego CO_2 (CO_{2z}) podczas fermentacji do punktu krytycznego

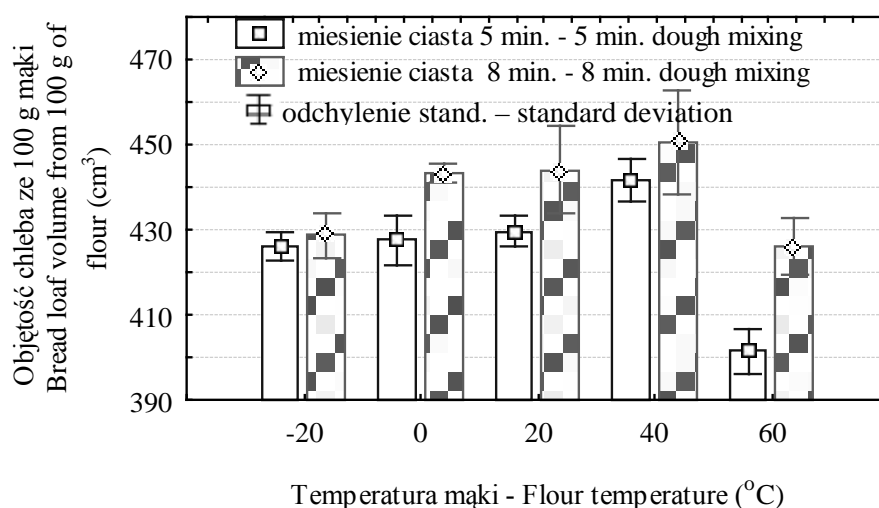
Fig. 2. Increment of dough volume (dV_{ck}) and amount of CO_2 (V_{co_2k}) produced and retained (CO_{2z}) during fermentation up to optimal growth

Najmniejszy przyrost objętości ciasta badanego w fermentografii miała mąka wymrożona do temperatury $-20^{\circ}C$, natomiast największy mąka podgrzana do $40^{\circ}C$. Podgrzanie mąki do $60^{\circ}C$ wywołało zmniejszenie objętości ciasta badanego fermentograficznie w porównaniu do $40^{\circ}C$ a nawet do $-20^{\circ}C$ w przypadku dłuższego czasu miesienia ciasta (8 min). Na podobnym poziomie zaobserwowano przyrosty objętości ciasta z mąki podgrzanej do temperatury 0, 20 i $60^{\circ}C$. Istotne zmiany zaobserwowano również w ilości CO_2 wytworzonego i zatrzymanego podczas fermentacji, najwięcej tego gazu wytworzyło ciasto miesione przez 5 min. z mąki podgrzanej do temperatury $60^{\circ}C$. Przedłużenie czasu miesienia do 8 min. spowodowało wytworzenie największej ilości CO_2 już przy podgrzaniu mąki do 20 i $40^{\circ}C$. Najmniejszy procent dwutlenku węgla zatrzymała mąka podgrzana do temperatury $60^{\circ}C$. Przeciwnie mąka wymrożona do temperatury $-20^{\circ}C$ wytworzyła najmniej ale zatrzymała najwięcej CO_2 .

Objętość chleba w istotny sposób zmieniała się w zależności od temperatury mąki (rys. 3). Zwiększanie temperatury mąki od -20 do $40^{\circ}C$ powodowało wzrost objętości chleba, natomiast chleb z mąki o temperaturze $60^{\circ}C$ charakteryzował się najmniejszą objętością. Podobnie było w przypadku przyrostu objętości ciasta badanego za pomocą fermentografu. Objętość chleba z mąki wymrożonej do temperatury $-20^{\circ}C$ była istotnie większa niż objętość chleba z mąki podgrzanej do

temperatury 60°C. Mąka o temperaturze 60°C mogła mieć częściowo zdenaturowany gluten, na co wskazują badania fermentacyjne, w których badana mąka pomimo tego, że wytwarzała największą ilość CO₂ to zatrzymywała go najmniej. Natomiast mąka wymrożona do temperatury -20°C wytwarzała podczas fermentacji najmniej CO₂ jednak zatrzymywała go najwięcej, dlatego objętość chleba była większa niż objętość chleba z mąką podgrzanej do 60°C.

W literaturze nie ma danych odnośnie wpływu temperatury mąki na objętość pieczywa, nieliczne prace podają temperaturę fermentacji ciasta jako czynnik determinujący właściwości chleba.



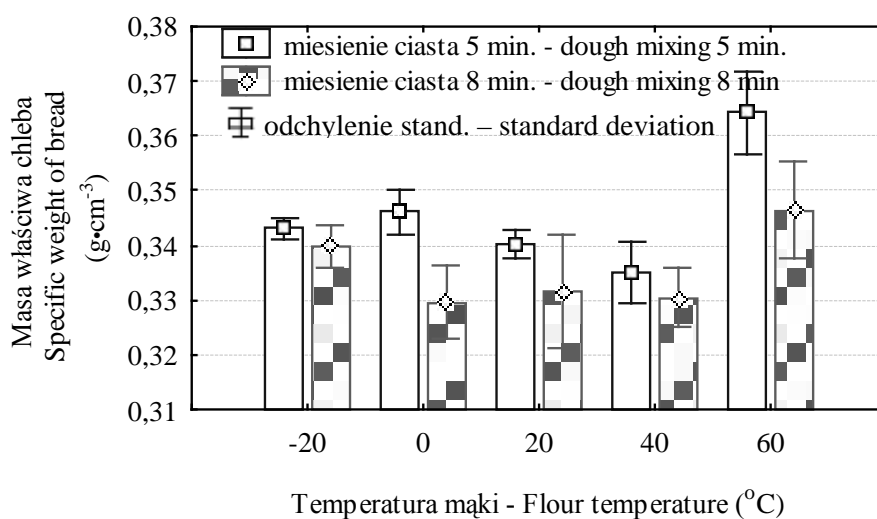
Rys. 3. Objętość chleba z mąki o różnej temperaturze
Fig. 3. Bread loaf volume from flour with different temperature

Badania Başaran i Göçmen (2003) prowadzone na mące mocnej wykazały, że podwyższenie temperatury ciasta z 17 do 23 i do 30°C wywołało istotny spadek objętości chleba. W obecnym opracowaniu, gdzie uzyskano podobny zakres temperatur ciasta różnicując temperaturę mąki od -20 do 40°C, następował wzrost objętości chleba. Odmiennie spostrzeżenia mogły być spowodowane innym sposobem prowadzenia fermentacji ciasta lub też inną charakterystyką jakościową badanej mąki. We własnym opracowaniu fermentacja i rozrost przebiegały już w stałej temperaturze 30°, a u Başaran i Göçmen (2003) temperatura fermentacji ciasta była taka sama jak jego temperatura po miesieniu tj. 17, 23 i 30°C, dodatkowo rozrost był prowadzony do osiągnięcia przez ciasto stałej wysokości a nie do momentu osiągnięcia optymalnego rozrostu. Sadeghi i in. (2009) stwierdzili,

że największą objętość miały chleby wypiekane z ciasta fermentowanego w temperaturze 32 w porównaniu do 28 i 36°C.

Diakun i Komorowska (2005) wskazują na możliwość zmian wartości wypiekowej mąki przez jej wymrożenie, jednak na podstawie oceny wypieku mąka poddana wymrożeniu określona została jako wadliwa. W obecnym opracowaniu objętość chleba wypiekanego z mąki o temperaturze -20°C była niska.

Porównując dwa czasy miesienia 5 i 8 min. istotnie wyższe objętości uzyskiwano dla chleba miesionego dłużej. Podobnie stwierdzili Roels i in. (1993), według ich opracowania objętość chleba wzrastała wraz z wydłużaniem czasu miesienia ciasta. Jak wyjaśnia Latawiec (2007) przy zbyt krótkim czasie miesienia poszczególne składniki ciasta są niedostatecznie ze sobą powiązane (ciasto rwie się), a bochenki po wypieku mają małą objętość. Podczas wydłużania czasu miesienia wzrasta zdolność do zatrzymywania gazów fermentacyjnych co wpływa na zwiększenie objętości pieczywa. Jednak czas miesienia nie może być zbyt długi, bo może to wpłynąć na uzyskanie chleba o mniejszej objętości, jak w pracy Osella i in. (2007)



Rys. 4. Masa właściwa chleba z mąki o różnej temperaturze

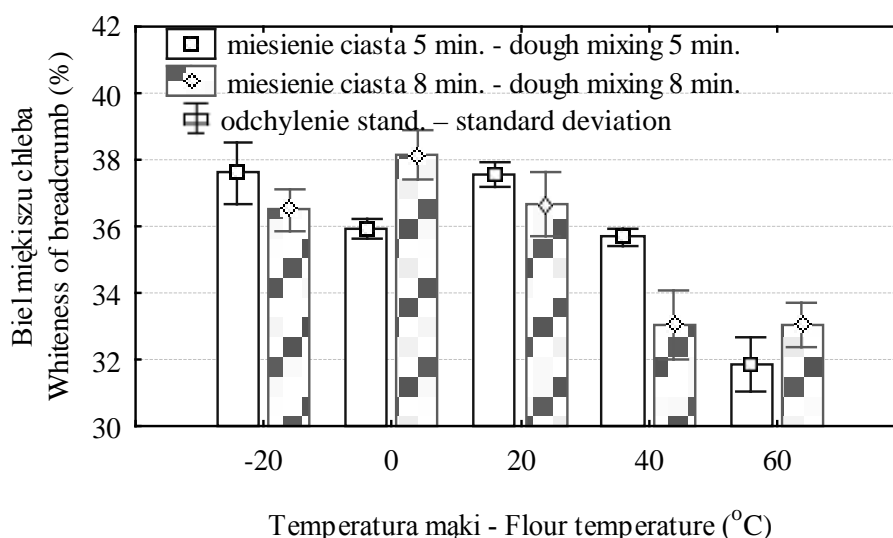
Fig. 4. Specific weight of bread from flour with different temperature

Dla badanych chlebów zauważono istotne różnice w masie właściwej chleba (rys. 4), największą masą odznaczał się chleb wypieczony z mąki o najwyższej temperaturze wynoszącej 60°C, a najmniejszą z mąki o temperaturze 40°C.

Wartości masy właściwej zależą od masy i objętości chleba, w tych przypadkach były zdeterminowane objętością, która dla chleba z mąki o temperaturze

60°C była najmniejsza a z mąki o temperaturze 40°C największa. Zauważono istotne związki korelacyjne (tab. 1) masy właściwej chleba z ilością CO₂ wytworzonego ($r = 0,527$) i zatrzymanego ($r = -0,697$) podczas fermentacji ciasta.

Dodatkowo zauważono istotnie niższe masy właściwe chleba dla ciasta miesionego przez 8 min.

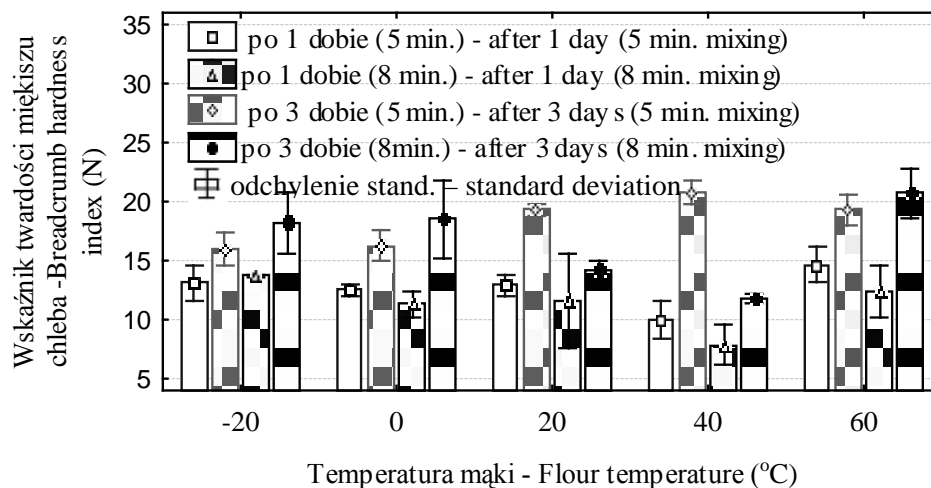


Rys. 5. Biel miększu chleba z mąki o różnej temperaturze

Fig. 5. Whiteness of breadcrumb from flour with different temperature

Biel miększu chleba (rys. 5) zmieniała się wraz ze wzrostem temperatury mąki. Największą bielą charakteryzował się miększ wypiekany z mąki o temperaturze -20 i 20°C, natomiast najmniejszą biel posiadał miększ z mąki podgrzanej do temperatury 60°C. Z bielą miększu skorelowane były właściwości fermentacyjne ciasta (tabela 1) tj. ilość CO₂ wytworzonego ($r = -0,876$) i procent zatrzymanego CO₂ ($r = 0,938$) podczas fermentacji ciasta.

Zmiany temperatury mąki w badanym zakresie od -20 do 60°C powodowały zróżnicowanie twardości miększu (rys. 6). Najmniejszą twardością po pierwszej dobie charakteryzował się miększ z mąki podgrzanej do temperatury 40°C. Dodatkowo zauważono, że miększ z ciasta miesionego dłużej miał niższą twardość. Podobnie Lewicka (2007) zauważyła, że zastosowanie wydłużenia czasu miesienia wpływa na zmniejszenie twardości miększu. Odwrotną zależność odnotowali Neryng i Gębski (2005), jest to spowodowane innym rodzajem chleba (żytnio-pszenny) poddawanych badaniom.



Rys. 6. Wskaźnik twardości miększu chleba z mąki o różnej temperaturze

Fig. 6. Hardness index of breadcrumb from flour with different temperature

Tabela 1. Wartości współczynników korelacji pomiędzy właściwościami fermentacyjnymi a cechami fizycznymi pieczywa.

Table 1. Correlation coefficients between fermentation properties of dough and physical properties of bread

| Właściwości fermentacyjne Fermentation properties | Objętość chleba Loaf volume | Masa właściwa chleba Sp. weight of bread | Biel miększu Whiteness of breadcrumb | Twardość miększu Hardness of breadcrumb |
|---|--------------------------------|---|---|--|
| Przyrost objętości ciasta Increment of dough volume | 0,227 | -0,117 | -0,363 | -0,482 |
| Ilość CO ₂ wytworzonego Amount of produced CO ₂ | -0,430 | 0,527* | -0,876* | 0,073 |
| Procent CO ₂ zatrzymanego Percent of retained CO ₂ | 0,627* | -0,697* | 0,938* | -0,297 |

* wartości pogrubione są istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$; (n = 30) – values significant at the level $\alpha = 0.05$ are marked in bold; (n = 30).

Nie było istotnych różnic między twardością chlebów z mąki doprowadzonej do temperatury -20 , 0 i 20°C . Dodatkowo zauważono, że podczas przedłużania przechowywania chleba z 1 do 3 dób największą różnicę twardości miał chleb z mąki podgrzanej do temperatury 40°C , natomiast najmniejszą różnicą charakte-

ryzował się chleb z mąki wymrożonej do -20°C . Oznacza to, że z mąki wymrożonej najslabiej ujawniały się oznaki czerstwienia.

WNIOSKI

1. Zróżnicowana temperatura mąki wywołała istotne zmiany w temperaturze ciasta po jego miesieniu. Wraz ze wzrostem temperatury mąki od -20 do 60°C zwiększała się liniowo temperatura ciasta od $18,4$ do $37,0^{\circ}\text{C}$ (czas miesienia 5 min.) oraz od $19,2$ do $37,4^{\circ}\text{C}$ (czas miesienia 8 min.).

2. Badania wykazały, że doprowadzenie mąki do zadanych poziomów temperatury, tj. -20 ; 0 ; 20 ; 40 i 60°C spowodowało istotne zmiany w jej właściwościach fermentacyjnych. Zaobserwowano, że w większości przypadków najwięcej CO_2 wytworzyła a jednocześnie najmniej zatrzymała mąka podgrzana do temperatury 60°C . Przeciwnie mąka wymrożona do temperatury -20°C wytworzyła najmniej ale zatrzymała najwięcej CO_2 .

3. Stwierdzono, że występują istotne korelacje pomiędzy właściwościami fermentacyjnymi ciasta a cechami fizycznymi chleba. Z ilością CO_2 wytworzonego podczas fermentacji, korelowała masa właściwa chleba ($r = 0,527$) i biel miększu ($r = -0,876$). Natomiast z ilością CO_2 zatrzymanego, korelowały objętość chleba ($r = 0,627$), masa właściwa miększu ($r = -0,697$) i biel miększu ($r = 0,938$).

4. Objętość chleba i masa właściwa w istotny sposób zmieniały się w zależności od temperatury mąki. Zwiększanie temperatury mąki od -20 do 40°C powodowało wzrost objętości chleba i spadek masy właściwej, natomiast chleb z mąki o temperaturze 60°C charakteryzował się najmniejszą objętością i największą masą właściwą.

5. Biel miększu chleba zmieniała się wraz ze wzrostem temperatury mąki. Największą bielą charakteryzował się miększ wypiekany z mąki o temperaturze -20 i 20°C , natomiast najmniejszą biel posiadał miększ z mąki podgrzanej do temperatury 60°C .

6. Zmiany temperatury mąki w badanym zakresie od -20 do 60°C powodowały zróżnicowanie twardości miększu. Najmniejszą twardością po pierwszej dobie charakteryzował się miększ z mąki podgrzanej do temperatury 40°C , jednak ujawniały się w nim największe oznaki czerstwienia, w przeciwieństwie do miększu z mąki wymrożonej do -20°C .

PIŚMIENNICTWO

- Ask L., Nair B., Asp N.G., 1991. Effect of scalding procedures on the degradation of starch in rye products. *J. Cereal Sci.*, 13(1), 15-26.
- 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.
- Cauvain S., Young L., 2001. *Baking problems solved*. CRC Press. Woodhead Publishing Limited – England, 30-31.
- Diakun J., Komorowska M., 2005. Wpływ wymrożenia mąki na jej właściwości wypiekowe. *Ekol. i Tech.*, R.13 (5), 170-172.
- Gąsiorowski H., 2004. Węglowodany w ziarnie pszenicy (Cz. 2). Cukry złożone – skrobia. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 02, 2-6.
- Hopek M., Ziobro R., Achremowicz B., 2006. Comparison of the effects of microbial α -amylases and scalded flour on bread quality. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment.*, 5(1), 97-106.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wydawnictwo SGGW-AR, 268-267.
- Jurga R., 2006. Modyfikacja właściwości mąki przy zastosowaniu obróbki termicznej. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 12, 15.
- Jurga R., 2008. Charakterystyka jakościowa i zasady produkcji mąk pszennych o specjalnym przeznaczeniu. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 3, 38-40.
- Kostecki Z., 2004. Chłodzenie mąki coraz bardziej popularne. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 11, 34-35.
- Latawiec B., 2007. Jak miesić ciasto w miesiarkach spiralnych. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 2, 32-33.
- Lewicka B., 2007. Wpływ techniki i technologii wytwarzania ciasta na objętość uzyskanego pieczywa pszennego. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 12, 25-26
- 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. 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), 75-77.
- 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.
- Prakash M., Haridas Rao P., Susheelamma N.S., Prabhakar J.V., 1998. Rheological characteristics of native and steamed wheat flour suspensions. *Journal of Cereal Science*, 28, 281-289.
- Prakash M., Ravi R., Susheelamma N.S., 2000. Rheological studies of the blended suspensions of native and steamed wheat flour. *Eur. Food. Res. Technol.*, 210, 293-298.
- Ribotta P.D., Ausar S.F., Morcillo M.H., Perez G.T., Beltramo D.M., Leon A.E., 2004. Production of gluten free bread using soybean flour. *J. Sci. Food and Agriculture*, 84(14), 1969-1974.
- Roels S. P. Cleemput, G. Vandewalle, X. Nys, M. Delcour, J. A. 1993. Bread volume potential of variable-quality flours with constant protein level as determined by factors governing mixing time and baking absorption levels. *Cereal Chemistry*. 70(3), 318-323.
- Różyło R., Laskowski J., 2008. Wpływ dodatku mąki zaparzonej na teksturę miększu pieczywa pszennego. 221-230. Rozdział 17 w Monografii „Metody fizyczne diagnostyki surowców roślinnych i produktów spożywczych”. (pod red.: Bohdan Dobrzański jr., Stanisław Grundas i Rafał Rybczyński). Komitet Agrofizyki PAN, Wyd. Nauk. FRNA, ISBN-13: 978-83-60489-08-6.
- 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.
- Schlauri M., 2004. Modyfikacja właściwości mąki pod wpływem ciepła szansą na urozmaicenie oferty produkcyjnej. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 02, 13.
- Stathopoulos C. E., Tsiami A. A., Dobraszczyk B. J., Schofield J. D., 2006. Effect of heat on rheology of gluten fractions from flours with different bread-making quality. *J. Cereal Sci.*, 43, 322-330.

DOUGH FERMENTATION PROPERTIES AND PHYSICAL PROPERTIES OF WHEAT BREAD BAKED USING FLOUR OF DIFFERENT TEMPERATURE

Renata Różyło

Department of Machine Operation in 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 of the physical properties of bread baked using flour of different temperature. The white bread wheat flour type 750 was used in this study. The dough fermentation properties were determined using a fermentograph. The breads were baked using the straight dough method. Quality of the resulting bread was evaluated with respect to the loaf volume, specific weight of bread, whiteness and hardness of breadcrumb. Results show that flour temperature from -20 to 60°C had a significant effect on the fermentation properties of dough. The increasing temperature of flour from -20 to 40°C resulted in an enlargement of bread loaf volume. Additionally, bread from flour with temperature of 60°C had the lowest volume. Whiteness and hardness of breadcrumb also significantly changed with the changes in the temperature of flour

Key words: bread, physical properties, temperature, dough fermentation properties, physical properties