

WPŁYW ZAWARTOŚCI GLUTENU NA CECHY FIZYCZNE CHLEBA PSZENNEGO WYPIEKANEGO Z CIASTA O RÓŻNEJ WYDAJNOŚCI

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 fizycznych chleba wypiekanego z mąki o zwiększającej się zawartości glutenu. Wypieki przeprowadzono z ciasta o różnej wydajności. Surowiec stanowiła mąka pszenna chlebowa typ 750. Zawartość glutenu mokrego w badanych mąkach mieściła się w zakresie od 25,7 do 33,0%. Chleby pszenne wypiekano metodą jednofazową z ciast różniących się wydajnością tj. 150, 155 i 160%. Chleb poddawano ocenie, na którą składały się następujące cechy: objętość, masa właściwa, porowatość i biel miękiszu oraz cechy tekstury miękiszu. Analiza wyników wykazała istotne zmiany cech fizycznych chleba wypiekanego z mąk różniących się zawartością glutenu dla różnych wydajności ciasta. Charakter zmian badanych właściwości (objętości, masy właściwej bochenka, porowatości i bieli miękiszu jak również jego cech tekstury) w zależności od zawartości glutenu był różny przy zmiennej wydajności ciasta.

Słowa kluczowe: chleb, pieczywo, właściwości fizyczne, gluten, białko, wydajność ciasta

WSTĘP

Spulchnienie pieczywa pszenne jest możliwe dzięki obecności w mące pszennej substancji tworzących gluten. Ilość glutenu i jego właściwości (Jurga 1994, Toufeili i in. 1999) podobnie jak i białka (Khan i in. 1989, Gupta 1992, Graybosch i in. 1993, Tronsomo i in. 2003) mają duże znaczenie dla wartości wypiekowej mąki.

Własności glutenu a więc jego sprężystość, ciągliwość i odporność na rozpyływanie warunkują własności ciasta pszenne oraz wpływają na jakość pieczywa (Callejo i in. 1999, Jurga 1994) oraz kształtowanie się jego struktury (Callejo i in. 1999). Właściwości fizykochemiczne glutenu w tym jego rozpyływalność i elastyczność umożliwiają zatrzymanie tworzących się podczas fermentacji ga-

zów w cieście (Callejo i in. 1999, Miś i Grundas 1999, Jurga 1994). Ilość zatrzymanych gazów i sposób ich rozmieszczenia w cieście są różne w zależności od ilości i jakości glutenu.

Większość badań właściwości chleba wypiekanego z mąki o różnej zawartości glutenu sprowadza się do oceny podstawowych cech chleba np. wydajność, objętość, niewiele jest prac odnośnie innych właściwości fizycznych pieczywa. Do innych właściwości chleba można zaliczyć cechy miękiszu takie jak, porowatość oraz cechy tekstury, korelujące z oceną sensoryczną, w tym z odczuciami konsumentów podczas spożywania chleba.

Ponadto badania prowadzone są przy optymalnej lub stałej wydajności ciasta. Poprzez różnicowanie stopnia uwodnienia (wydajności) ciasta należy spodziewać się zmian właściwości fizycznych chleba. Przesłanka ta wynika z faktu, że woda odgrywa istotną rolę w przemianach fizycznych i chemicznych jakie zachodzą podczas wytwarzania ciasta i wypieku pieczywa (Wagner i in. 2007).

Ze względu na powyższe dla celów poznawczych, jak również praktycznych istotne jest określenie wpływu zawartości glutenu na cechy fizyczne chleba wypiekanego z ciasta o różnej wydajności.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano mąkę pszenną chlebową typ 750. Do mąki dodawano dostępny w handlu specjalistycznym - suchy gluten pszenny witalny w ilości 0, 1, 2, 3, 4%. Dodatek glutenu powodował zmiany w zawartości glutenu mokrego (PN-EN ISO 21415-1:2007), w zakresie od 25,7 do 33,0% a jego rozpląwalność zmniejszyła się od 12 do 8 mm. Liczba opadania badanej mąki (PN-EN ISO 3093:2007) wynosiła 275s.

Wypieki laboratoryjne pieczywa przeprowadzono metodą jednofazową wg Jakubczyka i Habera (1983). Wypieki prowadzono dla trzech wydajności ciasta: 150, 155 i 160%. Do ciasta dodawano drożdże suszone instant w ilości odpowiadającej 3% drożdżom prasowanym. Ciasto miesiono bezpośrednio po dozowaniu składników do dzieży miesiarki wolnobrotowej 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 dzieżę 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 do otrzymania 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. 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. 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 miększu pieczywa polegała na określeniu współczynnika porowatości, bieli miększu jak i cech jego tekstury.

Współczynnik porowatości określano porównując przekrój kromki chleba ze zdjęciami umieszczonymi w tabeli porowatości wg Dallmana (Jakubczyk i Haber 1983). Pomiary współczynnika porowatości i bieli miększu wykonywano w 6 powtórzeniach analizując po 2 środkowe kromki z każdego chleba. 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 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 miększu badanych chlebów polegał na wykalibrowaniu miernika wg wzorca oraz pomiarze bieli po przyłożeniu pierścienia głowicy ze źródłem promieniowania do kromki chleba.

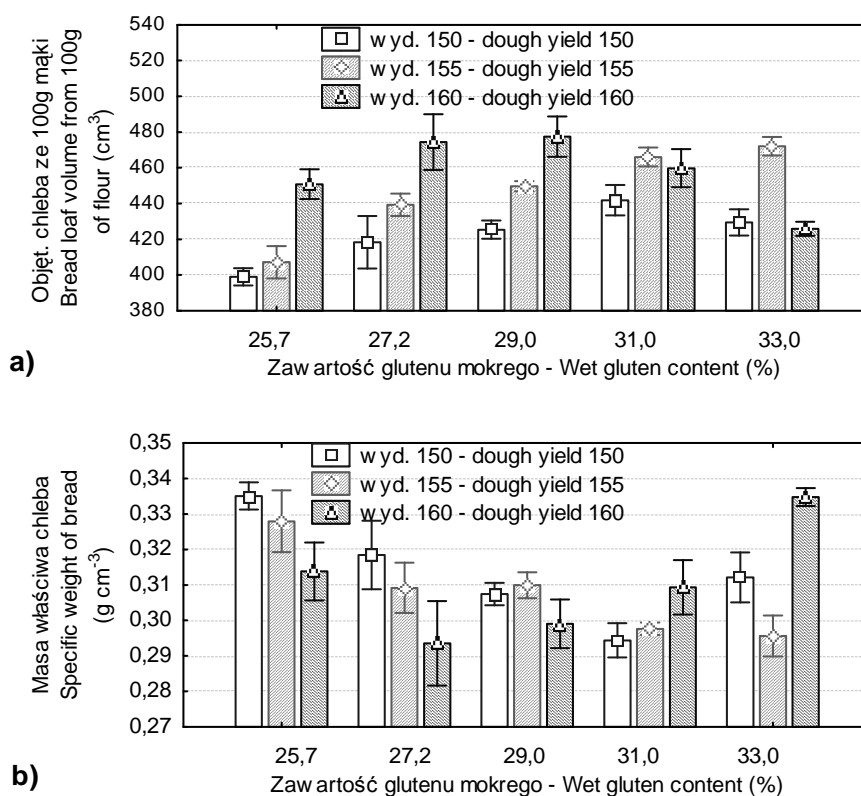
Teksturę (test TPA) (Bourne 1978) miększu określano po 1 i po 3 dobach przechowywania, na próbkach miększu o wymiarach 30x30x20 mm przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S. Próbkę miększu ściskano dwukrotnie trzpieniem o średnicy 30 mm do 50% głębokości. Pomiar wykonano w 9 powtórzeniach na próbkach ze środkowych części chleba. Podczas pomiarów otrzymano wykresy w układzie siła – przemieszczenie trzpienia, na podstawie których określono według Gábaro i in. (2006) następujące parametry, opisujące teksturę pieczywa: twardość, elastyczność, spoistość, sprężystość i żuwalność. Twardość (N) stanowiła wielkość siły odpowiadającej wysokości pierwszego z pików. Elastyczność (mm) była parametrem odpowiadającym szerokości drugiego pików. Spoistość (–) określono jako iloraz pola powierzchni A_2/A_1 , gdzie A_1 i A_2 są to pola powierzchni odpowiednio pod pierwszym i drugim pikiem. Sprężystość (–) stanowił iloraz szerokości podstawy pola A_2 i pola A_1 . Żuwalność (N) wyliczono jako iloczyn twardości spoistości i sprężystości.

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

Przedstawione na rysunkach przedziały określają przedziały ufności.

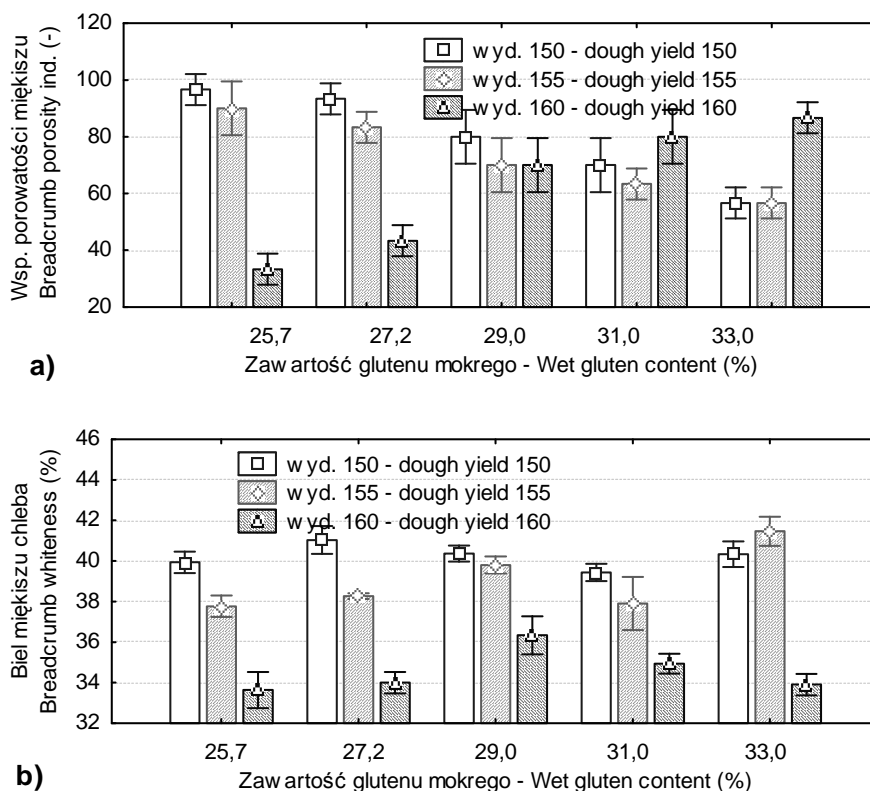
WYNIKI BADAŃ

Wyniki pomiarów właściwości chleba z mąki o różnej zawartości glutenu przedstawiono na rysunkach od 1a-b do 3a-c. Natomiast równania regresji opisujące zależności cech chleba od zawartości glutenu w mące dla różnych wydajności ciasta przedstawiono w tabeli 1.



Rys. 1. Podstawowe cechy bochenka z mąki o różnej zawartości glutenu a) Objętość chleba, b) Masa właściwa chleba

Fig. 1. Basic properties of bread loaf baked using flour with different gluten content a) Bread loaf volume b) Specific weight of bread



Rys. 2. Wskaźniki ogólnej oceny miększu a) Współczynnik porowatości, b) Biel miększu
Fig. 2. Breadcrumb evaluation coefficients a) Breadcrumb porosity value b) Breadcrumb whiteness

Analizując wpływ dodatku glutenu na objętość bochenka (rys. 1a) zauważono, że wartość tego wyróżnika zwiększała się prostoliniowo (równanie – tabela 1) wraz ze wzrostem zawartości glutenu w badanym zakresie od 25,7 do 33,0% i przy wydajności ciasta 155%. Natomiast w przypadku wydajności 150 i 160% zauważono maximum funkcji odpowiednio przy zawartości glutenu 31,0 i 29,0%. Dodatkowo przy największej wydajności ciasta 160% odnotowano istotnie mniejszą objętość chleba z mąki o największej zawartości glutenu 33,0% od objętości chleba z mąki charakteryzującej się najmniejszą zawartością glutenu 25,7%. W przypadku wydajności 150% objętość chleba z mąki o zawartości glutenu 33,0% była wyższa od tej mąki o zawartości glutenu 25,7%.

Zauważono także, że dla mąk o ustalonej zawartości glutenu 25,7, 27,2 i 29,0% następował wzrost objętości chleba wraz ze zwiększeniem się wydajności ciasta. Dla mąki o zawartości glutenu 31,0% wzrost wydajności ciasta ze 155 do

160% nie powodował istotnej zmiany objętości chleba, a w przypadku mąki o zawartości glutenu 33,0% nastąpił spadek objętości.

Tabela 1. Równania regresji opisujące zależności cech chleba (y) od zawartości glutenu w mące (x) dla różnych wydajności ciasta

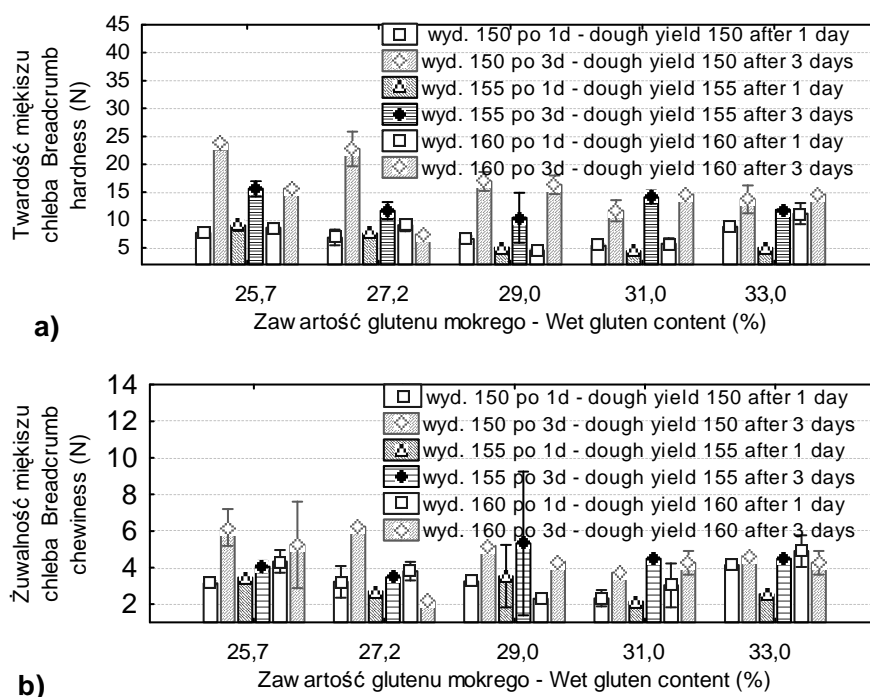
Table 1. Equations expressing the relationships between wheat flour gluten content (x) and bread properties (y) for different dough capacities

Cecha chleba Bread property	Wy- dajn. ciasta Dough capac- ity	Postać równania Form of the equation	R ²
Objętość chleba Bread volume	150	$y = -1,327 \cdot x^2 + 82,242 \cdot x - 837,52$	0,925
	155	$y = 8,206 \cdot x + 207,7$	0,885
	160	$y = -2,832 \cdot x^2 + 162,32 \cdot x - 1847,5$	0,981
Masa właściwa chleba Specific weight of bread	150	$y = -1,327 \cdot x^2 + 82,242 \cdot x - 837,52$	0,925
	155	$y = -0,004 \cdot x + 0,4241$	0,831
	160	$y = 0,002 \cdot x^2 - 0,111 \cdot x + 1,871$	0,941
Współczynnik porowatości Porosity value of breadcrumb	150	$y = -5,591 \cdot x + 242,26$	0,991
	155	$y = -4,633 \cdot x + 207,68$	0,977
	160	$y = 7,649 \cdot x - 160,23$	0,941
Biel mięksizu Whiteness of breadcrumb	150	$y = 0,051 \cdot x^3 - 4,465 \cdot x^2 + 130,55 \cdot x - 1226,2$	0,995
	155	$y = 0,379 \cdot x + 28,005$	0,500
	160	$y = -0,155 \cdot x^2 + 9,170 \cdot x - 99,8$	0,758
Twardość mięksizu po 1d Hardness of breadcrumb after 1 day	150	$y = 0,172 \cdot x^2 - 10,025 \cdot x + 152,08$	0,573
	155	$y = -0,587 \cdot x + 23,325$	0,719
	160	$y = 0,374 \cdot x^2 - 21,848 \cdot x + 323,95$	0,679
Twardość mięksizu po 3d Hardness of breadcrumb after 3 days	150	$y = -1,669 \cdot x + 66,403$	0,758
	155	$y = -0,146 \cdot x^3 + 13,008 \cdot x^2 - 385,61 \cdot x + 807,7$	0,518
	160	–	–
Elastyczność mięksizu po 1d Elasticity of breadcrumb after 1 day	150	–	–
	155	–	–
	160	–	–
Elastyczność mięksizu po 3d Elasticity of breadcrumb after 3 days	150	$y = -1,669 \cdot x + 66,403$	0,758
	155	–	–
	160	–	–
Żuwalność mięksizu po 1d Chewiness of breadcrumb after 1 day	150	$y = 0,038 \cdot x^3 - 3,321 \cdot x^2 + 95,41 \cdot x - 906,74$	0,638
	155	–	–
	160	$y = 0,162 \cdot x^2 - 9,483 \cdot x + 141,13$	0,674
Żuwalność mięksizu po 3d Chewiness of breadcrumb after 3 days	150	$y = 0,044 \cdot x^3 - 3,812 \cdot x^2 + 109,76 \cdot x - 1040,5$	0,866
	155	–	–
	160	–	–

Masa właściwa chleba zmniejszała się liniowo (rys. 1b) wraz ze wzrostem zawartości glutenu w przypadku ciasta o wydajności 155%. Natomiast dla wydajności ciasta 160% minima funkcji (wielomian 2 stopnia – tabela 1) były odpowiednio przy zawartości glutenu 31,0 i 29,0%. Istotne różnice masy właściwej występowały dla chlebów wypiekanych z ciasta o wydajności 150 i 155%.

Współczynnik porowatości (rys. 2a) zmieniał się istotnie wraz ze wzrostem zawartości glutenu. Dla wydajności 150 i 155% zaobserwowano spadek wartości tego współczynnika, oznacza to, że pory charakteryzujące mięksisz były większych rozmiarów dla wyższych zawartości glutenu (równania liniowe – tabela 1). Dla wydajności 160% zależność porowatości od zawartości glutenu była odwrotna, mąka o większej zawartości glutenu dawała mięksisz o mniejszych porach.

Biel mięksiszu (rys. 2b) była istotnie różna dla zmiennych zawartości glutenu w mące. Jednak nie zauważono liniowych tendencji wzrostu, czy spadku tej cechy wraz ze wzrostem ilości glutenu. Dodatkowo dla badanych poziomów zawartości glutenu w mące, wydajność ciasta różnicowała znacznie wyniki biał mięksiszu. Największą bielą charakteryzował się mięksisz z ciasta o najmniejszej wydajności 150% a najmniejszą mięksisz z ciasta o wydajności 160%.



Rys. 3. Cechy tekstury mięksiszu chleba a) Twardość mięksiszu, b) Żuwalność mięksiszu

Fig. 3. Breadcrumb texture properties a) Breadcrumb hardness, b) Breadcrumb chewiness

Spośród analizowanych wyróżników tekstury w badanym zakresie zawartości glutenu i wydajności ciasta najbardziej zróżnicowane okazały się twardość i żuwalność miękiszu. Twardość miękiszu chleba (rys. 3a) po pierwszej dobie przechowywania zmniejszała się wraz ze wzrostem zawartości glutenu od 25,7 do 31,0%. Przy zawartości glutenu wynoszącej 33,0% nastąpił istotny wzrost twardości miękiszu z ciasta o wydajności 150% i 160%. Natomiast dla wydajności ciasta wynoszącej 155% nie było istotnych różnic w twardości miękiszu z mąki o zawartości glutenu 31,0 i 33,0%.

DYSKUSJA

Badania wykazały, że wzrost objętości chleba wraz ze zwiększaniem się zawartości glutenu w mące następował po wypieku chleba z ciasta o wydajności 155%. Również we wcześniejszych badaniach objętość chleba zarówno wypiekane go z ciasta (przy optymalnej konsystencji) prowadzonego jednofazowo, jak i dwufazowo wzrastała liniowo wraz ze wzrostem zawartości glutenu (Różyło i Laskowski 2009). Z zawartością glutenu silnie dodatnio koreluje zawartość białka (Finney i Brains 1999). A parametr ten w wielu opracowaniach wykazuje ściśle dodatnią zależność z objętością chleba (Wilkström i Bohlin 1996, Michniewicz i in. 2000, Trethowan i in. 2001, Chung i in. 2003, Perez Borla i in. 2004). Jurga (1994) wyjaśnia, że ciasto z mąki o słabym glutenie ma słabą strukturę, która nie wytrzymuje naporu gazów fermentacyjnych, dzięki czemu przechodzą one bez przeszkód na zewnątrz; chleb ma wtedy mniejszą objętość od chleba z mąki o mocniejszym glutenie.

Większość badań analizujących wpływ zawartości glutenu (czy też białka) na cechy pieczywa odbywa się przy optymalnej lub przy stałej zbliżonej do optymalnej konsystencji ciasta. W badaniach własnych analizowano różne konsystencje (wydajności) ciasta. Przykładowo przy wydajności 150 i 160% nastąpił wzrost objętości chleba wraz ze zwiększaniem zawartości glutenu odpowiednio do 31,0 i 29,0%. Później następował spadek objętości chleba. Dodatkowo należy zaznaczyć, że przy największej wydajności ciasta 160% stwierdzono istotnie mniejszą objętość chleba z mąki o największej zawartości glutenu 33,0% od objętości chleba ze wszystkich badanych mąk. Jak podaje Jurga (1994) cechą glutenu mocnego jest powolne chłonięcie wody, które opóźnia utworzenie struktury ciasta. Dlatego można się domyślać, że przy najwyższej zawartości glutenu 33,0% miesienie ciasta okazało się niewystarczająco długie, do uzyskania struktury umożliwiającej optymalny rozrost pieczywa.

W badaniach własnych zauważono, że dla mąk o zawartości glutenu 25,7, 27,2 i 29,0% następował wzrost objętości chleba wraz ze zwiększeniem się wydajności ciasta, a dla mąki o zawartości glutenu 31,0% nie było istotnych różnic

w objętości chleba z ciasta o wydajności 155 i 160%, natomiast w przypadku zawartości glutenu 33,0% wzrost wydajności do 160% powodował spadek objętości chleba. Podobnie jak w ostatnim przypadku wcześniejsze badania Różyło i in. 2009 wykazały, że wraz ze wzrostem zawartości wody w cieście w zakresie od 50 do 55% (tj. wydajność ciasta 150 i 155%) wzrastała objętość chleba, a po przekroczeniu 55% uległa zmniejszeniu.

Powyższa analiza pozwala na wysunięcie ciekawego wniosku, przy stałej zawartości glutenu zwiększanie wydajności ciasta (czyli spadek jego konsystencji) przyczyniło się zazwyczaj do wzrostu objętości bochenka. Z kolei przy stałej wydajności ciasta, zwiększanie dodatku glutenu do pewnego poziomu (czyli wzrost konsystencji ciasta) wpływało na wzrost objętości chleba. Powyżej tego poziomu zwiększanie dodatku glutenu nie dawało już pozytywnych efektów (brak istotnych różnic) lub oddziaływało wręcz niekorzystnie, powodując obniżenie objętości chleba.

Oprócz objętości pieczywa nieliczne prace w badanym obszarze odnoszą się do innych cech chleba. Przykładowo w badaniach własnych współczynnik porowatości i biel mięksiszu zmieniały się istotnie wraz ze wzrostem zawartości glutenu. Charakter zmian był zależny od wydajności ciasta. Karolini-Skardzińska i in. (2001) stwierdzili istotne dodatnie wartości współczynników korelacji liniowej pomiędzy porowatością mięksiszu chleba a zawartością białka w mące. Natomiast według Tronsomo i in. (2003), na właściwości wypiekowe, w tym porowatość mięksiszu nie wpływa zawartość białka.

Najwięcej różnic zaobserwowano dla takich cech tekstury mięksiszu jak twardość i żuwalność. Cechy te zależały zarówno od zawartości glutenu jak i od wydajności ciasta. Natomiast Graybosch i in. (1993) udowodnili, że zawartość białka była głównym czynnikiem wpływającym na siłę ciasta i właściwości bochenka, natomiast nie wpływała na wyróżniki tekstury mięksiszu.

Podczas przechowywania chleba zauważono wzrost twardości mięksiszu. Spośród badanych cech tekstury twardość wykazywała największe zmiany, dlatego podobnie jak w innych opracowaniach (Różyło i Laskowski 2008, Różyło i in. 2009) zmiana tej cechy może być uznana za najlepszy wskaźnik czerstwienia pieczywa. Literatura podaje, że wzrastająca twardość mięksiszu związana jest z przemianami jakie zachodzą w frakcji skrobiowej w szczególności z procesem rekrytalizacji amylopektyny (Pyler 1988). Według innych autorów wzrost twardości podczas czerstwienia pieczywa związany jest z powstawaniem wiązań krzyżowych pomiędzy napęczniałą skrobią i zdenaturowanym glutenem (Hoseney i Miller 1998).

Podsumowując należy zaznaczyć, że wzrastająca zawartość glutenu w mące powoduje istotne zmiany cech fizycznych chleba. Ponadto dla ustalonych zawartości glutenu wypiekając chleb przy różnych wydajnościach ciasta uzyskuje się zróżnicowane właściwości chleba.

WNIOSKI

1. Objętość chleba zwiększała się prostoliniowo wraz ze wzrostem zawartości glutenu w badanym zakresie od 25,7 do 33,0% dla wydajności ciasta 155%. Natomiast w przypadku wydajności 150 i 160% zauważono największą objętość chleba przy zawartości glutenu 31,0 i 29,0%. Odwrotne tendencje odnotowano dla masy właściwej chleba.

2. Współczynnik porowatości zmieniał się istotnie wraz ze wzrostem zawartości glutenu. Dla wydajności 150 i 155% zaobserwowano spadek wartości tego współczynnika, oznacza to, że pory charakteryzujące miękisz były większych rozmiarów dla wyższych zawartości glutenu. Dla wydajności 160% zależność porowatości od zawartości glutenu była odwrotna.

3. Biel miękiszu chleba była istotnie różna dla zmiennych zawartości glutenu w mące. Wydajność ciasta różnicowała w znacznym stopniu wyniki bieli miękiszu. Największą bielą charakteryzował się miękisz z ciasta o najmniejszej wydajności 150% a najmniejszą miękisz z ciasta o wydajności 160%.

4. Właściwości tekstury miękiszu również zależały od zawartości glutenu w mące jak i wydajności ciasta. W badanym zakresie najbardziej zróżnicowane okazały się twardość i żuwalność miękiszu. Twardość miękiszu chleba po pierwszej dobie przechowywania zmniejszała się wraz ze wzrostem zawartości glutenu od 25,7 do 31,0%. Przy zawartości glutenu wynoszącej 33,0% nastąpił istotny wzrost twardości miękiszu.

5. Przechowywanie chleba wpływało na wzrost twardości jego miękiszu. Oznaki czerstwienia najmocniej ujawniały się w chlebie z mąki o najmniejszej zawartości glutenu 25,7% i przy wydajności ciasta 150%.

PIŚMIENNICTWO

- Bourne M.C., 1978. Texture profile analysis. *Food Technology* 7, 62-66.
- Callejo M. J., Gil M. J., Rodríguez G., Ruiz M. V., 1999. Effect of gluten addition and storage time on white pan bread quality: instrumental evaluation. *Z Lebensm Unters Forsch A*, 208, 27-32.
- Chung O.K., Ohm J. B., Lookhart G. L., Bruns R. F., 2003. Quality characteristics of hard winter and spring wheats grown under an over-wintering condition. *J. of Cereal Sci.*, 37, 91-99.
- Finney P. L., Brains G. S., 1999. Protein functionality differences in Eastern U.S. soft wheat cultivars and interrelation with end-use quality tests. *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 32, 406-415.
- Gámbaro A., Giménez A., Ares G. and Gilardi V., 2006. Influence of enzymes on the texture of brown pan bread. *Journal of Texture Studies* 37(3), 300-314.
- Gupta R. B., Batey I. L., MacRitchie F., 1992. Relationships between protein composition and functional properties of wheat flours. *Cereal Chem.*, 69, 125-131.
- Graybosch R. A., Peterson C. J., Moore K. J., Stearns M., Grant D. L., 1993. Comparative effects of wheat flour protein, lipid and pentosan composition in relation to baking and milling quality. *Cereal Chem.*, 70, 95-101.

- Hoseney C., Miller R., 1998. Current understanding of staling of bread. Technical Bulletin (American Institute of Baking Research Department), 20 (6), 1-6.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawnictwo SGGW-AR.
- Jurga R., 1994. Wartość technologiczna ziarna pszenicy. *Prz. Zboż. Młyn.*, 2, 19-21.
- Karolini – Skardzińska Z., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Żmijewski M., Czubaszek A., 2001. Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność Nauka Technologia Jakość*, 2 (27), 69-77.
- Khan K., Tamminga G., Lukov O., 1989. The effect of wheat flour proteins on mixing and baking - correlations with protein fractions and high molecular weight glutenin subunit composition by gel electrophoresis. *Cereal Chem.*, 66, 391-396.
- Michniewicz J., Klockiewicz-Kamińska E., Kołodziejczyk P., 2000. Przydatność parametrów jakościowych do oceny wartości technologicznej ziarna pszenicy w piekarstwie. *Prz. Zboż. Młyn.*, 3, 23-26.
- Miś A., Grundas S., 1999. Zmiany właściwości fizycznych glutenu mokrego w wyniku nawilżania ziarna pszenicy. *Prz. Zboż. Młyn.*, 4, 29-32.
- Perez Borla O. P., Leonor Motta E., Saiza A. Fritza R., 2004. Quality parameters and baking performance of commercial gluten flours. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 37, 723-729.
- 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.
- Pylar E.J., 1988. Baking science and technology, vol. II, Sosland Publishing Corporation, Merriam 1988.
- Różyło R., Laskowski J., 2008. Wpływ dodatku mąki zaparzonej na teksturę miększa 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.
- Różyło R., Dzikowski D., Laskowski J., 2009. Ocena cech tekstury pieczywa wykonanego z różnym udziałem wody. *Acta Agrophysica*, 13(3), 761-769.
- Sadkiewicz K., Sadkiewicz J., 1998. Urządzenia pomiarowo-badawcze dla przetwórstwa zbożowo-mącznego. Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz.
- Toufeili I., Ismail B., Shadarevian S., Baalbaki R., Khatkar B. S., Bell A. E., Schofield J. D., 1999. The role of gluten proteins in the baking of arabic bread. *J. Cereal Sci.*, 30, 255-265.
- Trethowan R. M., Peña R. J., van Ginkel M., 2001. The effect of indirect tests for grain quality on the grain yield and industrial quality of bread wheat. *Plant Breeding*, 120, 509-512.
- Tronsomo K. M., Færgestad E. M., Schofield J. D., Magnus E. M., 2003. Wheat protein quality in relation to baking performance evaluated by the Chorlewood bread process and hearth bread baking test. *J. Cereal Sci.*, 38, 205-215.
- Wagner M., J., Lucas T., le Ray D., Trystam G., 2007. Water transport in bread during baking. *Journal of Food Engineering*, 78, 1167-1173.
- Wilkström K., Bohlin L., 1996. Multivariate analysis as a tool to predict bread volume from mixogram parameters. *Cereal Chemistry*, 73 (6), 686-690.

THE INFLUENCE OF FLOUR GLUTEN CONTENT ON PHYSICAL
PROPERTIES OF BREAD BAKED FROM DOUGH
WITH DIFFERENT YIELD

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@up.lublin.pl

Abstract. The objective of this study was to evaluate the changes of physical properties of bread baked using flour with different gluten content and dough with different yield. White bread wheat flour type 750 was used in this study. The wet gluten content in the flour varied from 25.7 to 33.0 %. The breads were baked from dough with different yield (150, 155 and 160%) 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 texture properties of breadcrumb. The results show that the gluten content and dough yield had a significant effect on a majority of the properties of bread. The character of changes of studied properties in dependence on gluten content was different for different dough yield.

Keywords: bread, physical properties, gluten, protein, dough yield