

WPŁYW DODATKU MĄKI RYŻOWEJ NA ZMIANY TEKSTURY MIĘKISZU PIECZYWA PSZENNEGO

Dariusz Dziki, Renata Różyło, Janusz Laskowski

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

Streszczenie. Celem pracy było określenie wpływu dodatku mąki ryżowej na zmiany cech tekstury miększu pieczywa pszenne. Badania przeprowadzono stosując mieszanki mąki pszennej z mąką ryżową dodawaną w ilości 0, 5, 10, 15, 20 i 25%. Z tak przygotowanych mieszanek sporządzano ciasto i przeprowadzono próbny wypiek laboratoryjny, a następnie uzyskane pieczywo poddano ocenie organoleptycznej oraz ocenie cech tekstury (test TPA). Stwierdzono, że dodatek mąki ryżowej w ilości do 10% nie miał znaczącego wpływu na wyniki oceny organoleptycznej, natomiast dodatek 20%, a w szczególności 25% znacznie pogorszył jakość pieczywa. Wykazano, że wraz ze wzrostem udziału mąki ryżowej zwiększała się twardość (od 11 do 25 N) i gumowatość miększu pieczywa (od 4,2 do 6,8 N), zmniejszała się natomiast spoistość (od 0,38 do 0,28). Natomiast zależności między dodatkiem mąki ryżowej a elastycznością i żuwalnością miększu były nieliniowe i opisano je równaniami regresji o postaci wielomianu stopnia drugiego. Największy wzrost tych parametrów zaobserwowano przy 5 i 10% dodatku mąki ryżowej, natomiast wyższy dodatek miał przeważnie już nieznaczny wpływ na te wyróżniki. Biorąc pod uwagę zarówno wyniki oceny organoleptycznej, jak i ocenę cech tekstury można stwierdzić, że dodatek mąki ryżowej do 10% jest do zaakceptowania przy zastosowaniu tego surowca jako suplementu mąki pszennej przy wyrobieniu pieczywa.

Słowa kluczowe: pieczywo, miększ, ryż, tekstura

WSTĘP

Pieczywo od lat stanowi podstawowe źródło pożywienia. Na rynku można zaobserwować wiele nowych wyrobów piekarskich, wzbogacanych różnymi dodatkami tzw. mąk niechlebowych. Dodatek tych mąk podnosi walory smakowo-zapachowe i żywieniowe pieczywa, przedłuża jego świeżość oraz modyfikuje cechy tekstury (Różyło 2007, Różyło i Laskowski 2008, Dziki i Laskowski 2005).

Ryż (*Oryza sativa* L.) należy do jednych z najstarszych i najważniejszych roślin zbożowych przeznaczanych do spożycia. Szacuje się, że stanowi podstawę wyżywienia dla około 30% ludności świata. W przybliżeniu 90% tego zboża jest produkowane i spożywane w krajach Azji (Fresco 2005). Ziarno charakteryzuje brak glutenu, niski poziom sodu, białka i tłuszczu oraz wysoka zawartość skrobi. Ryż jest głównie spożywany w postaci całych, gotowanych ziaren, ale również wykorzystuje się go do produkcji makaronów, ziarna preparowanego i fermentowanego, specjalnych ciasteczek ryżowych oraz galanterii śniadaniowej produkowanej metodą ekstruzji. Ryż jest również surowcem do produkcji różnych wyrobów alkoholowych. Może być także z powodzeniem wykorzystywany w wielu wyrobach, zamiast pszenicy, do otrzymywania produktów bezglutenowych (Turabi i in. 2008, Chao-Chi Chuang i Yeh 2006, Ji i in. 2007).

Użycie samej mąki ryżowej do wyrobu pieczywa stwarza duże trudności, ponieważ białka tej mąki nie tworzą struktury będącej w stanie zatrzymać produkowanych podczas fermentacji gazów, przez co uzyskuje się wyroby o mniejszej objętości i twardszym mięksizu. Natomiast ryż może być również wykorzystywany do wyrobu chleba plackowego (Gujral i in. 2004). Niewiele jest opracowań dotyczących dodatku mąki ryżowej do mąki pszennej, w aspekcie modyfikacji cech tekstury pieczywa. Gujral i Rosell (2004) udowodnili, że dodatek do mąki ryżowej oksydazy glukozowej powoduje otrzymanie wyrobów o większej objętości i bardziej pożądanej teksturze. Mi i in. (1997a, 1997b) wykazali, że do produkcji chleba ryżowego najbardziej są odpowiednie odmiany o podwyższonej zawartości amylozy. Natomiast Sivaramakrishnan i in. (2004) badali wpływ dodatku substytutu glutenu na właściwości reologiczne i cechy pieczywa ryżowego i wykazali, że 1,5 i 3% udział tego dodatku powoduje otrzymanie ciasta o podobnych właściwościach reologicznych, jak w przypadku użycia jedynie mąki pszennej. McCarty i in. (2005) zaproponowali proces otrzymywania chleba bezglutenowego głównie na bazie mąki ryżowej, skrobi ziemniaczanej i dodatku odtłuszczonego mleka w proszku.

Celem pracy było określenie zmian tekstury mięksizu pieczywa pszennego pod wpływem zróżnicowanego dodatku mąki ryżowej.

METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiła mąka pszenna chlebowa typ 850 o następujących parametrach: wilgotność 13,8%, zawartość glutenu mokrego 28%, rozpląwalność glutenu 9 mm, liczba opadania 275 s, wodochłonność 58%. Do badań wykorzystano również mąkę ryżową uzyskaną z przemiału laboratoryjnego ziarna ryżu długoziarnistego, zakupionego w lokalnym markecie. Mąkę tę stanowiła frakcja przesiewu przez sito o wielkości oczek równej 0,2 mm i następujących parametrach: zawartość białka 7%, węglowodanów 79%, tłuszczu 1%, wilgotność 13%.

Do badań sporządzano mieszanki mąki pszennej z mąką ryżową w ilości 0, 5, 10, 15, 20 i 25%. W celu uzyskania ciasta o jednakowej konsystencji, określono wodochłonność przygotowanych mieszanek, wykorzystując do tego celu urządzenie do pomiaru wodochłonności (Sadkiewicz i Sadkiewicz 1998). Ciasto prowadzono metodą jednofazową (Jakubczyk i Haber 1983), mieszając przez 4 min wszystkie składniki przewidziane recepturą w urządzeniu laboratoryjnym typ GM-2. Następnie ciasto wstawiano do komory fermentacyjnej o temperaturze 30°C i wilgotności względnej 80-85%. Po 30 min ciasto poddawano miesieniu przez 1 min i ponownie umieszczano w komorze na kolejne 30 min. Po tym czasie formowano kęsy ciasta i umieszczano w foremkach, które ponownie przenoszono do komory fermentacyjnej i poddawano rozrostowi, aż do uzyskania pełnej dojrzałości ciasta, co przeważnie wymagało od 80 do 100 min. Następnie formy z ciastem przenoszono do pieca i wypiekano przez okres 30 min w temperaturze 230°C. Po 24 h od momentu zakończenia wypieku przeprowadzono punktową ocenę organoleptyczną uzyskanego pieczywa zgodnie z PN-A-74108. Ocenę przeprowadził przeszkolony zespół 10 osobowy.

Badania tekstury (test TPA) wykonano na kromach miękiszku o grubości 15 mm, przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S. Test polegał na dwukrotnym ściśnięciu próbki w różnych miejscach kromki trzpieniem o średnicy 30 mm z prędkością 1 mm·s⁻¹. Podczas pomiarów otrzymano wykresy w układzie siła-przemieszczenie trzpienia, na podstawie których określono następujące parametry: twardość jako wielkość siły odpowiadającą wysokości pierwszego z pików (N), elastyczność jako parametr odpowiadający szerokości drugiego pików (mm), spoistość jako iloraz pola powierzchni A2/A1 (gdzie A1 i A2 są to pola powierzchni odpowiednio pod pierwszym i pod drugim pikiem), gumowatość jako iloczyn twardości i spoistości (N) oraz żuwalność jako iloczyn gumowatości i elastyczności (N·mm). Metoda pomiaru (test TPA) oraz szczegółowy sposób wyznaczania tych parametrów został przedstawiony w opracowaniu Steffe (1996) oraz Wanga i in. (2002).

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej, przy wykorzystaniu programu Statistica 6.0 firmy Statsoft. Wyznaczono wartości średnie określanych parametrów, odchylenia standardowe oraz przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji i analizę regresji. Analizę istotności różnic przeprowadzono stosując test Tukey'a. Obliczenia wykonano przyjmując poziom istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Stwierdzono, że wzrost udziału mąki ryżowej w mące pszennej powodował liniowy spadek wodochłonności prób – średnio od 58% do 54,3%. Zależność między wodochłonnością mąki (w), a udziałem mąki ryżowej (u) opisano liniowym równaniem regresji (wartości obu zmiennych w %):

$$w = -0,157u + 58,36; r = -0,978 \quad (1)$$

Wodochłonność mąki zależy w głównej mierze od zawartości białka, pentozanów i uszkodzonej skrobi (Jurga 2007). Wyższa wodochłonność mąki umożliwia przeważnie uzyskanie pieczywa o większej wydajności i lepszych cechach jakościowych.

Na podstawie przeprowadzonej punktowej oceny organoleptycznej pieczywa stwierdzono, że dodatek mąki ryżowej do 15% wpłynął nieznacznie na oceniane wyróżniki jakościowe. Maksymalną ilość punktów (średnio 4,9 punktu na 5) za wygląd zewnętrzny uzyskało pieczywo kontrolne oraz z 5 i 10% dodatkiem mąki ryżowej. Natomiast pozostałe chleby były nieco słabiej wyrośnięte. Wyższy udział tej mąki powodował uzyskanie nieznacznie niższych not za ten wyróżnik (tab. 1). Pieczywo bez dodatku mąki ryżowej oraz z 5 i 10% jej udziałem uzyskało maksymalną liczbę punktów za barwę skórki (3 p.). Barwa skórki przy 15% dodatku była nieznacznie jaśniejsza. Natomiast 20% udział mąki ryżowej powodował uzyskanie pieczywa o znacznie jaśniejszej barwie w odniesieniu do próby kontrolnej i większość oceniających przyznało za ten wyróżnik 0 punktów. Przy dodatku tej mąki wynoszącym 25% pieczywo uzyskało najniższą notę za barwę skórki – minus 35 punktów. Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu dodatku mąki ryżowej na grubość skórki.

Tabela 1. Wyniki punktowej oceny organoleptycznej pieczywa
Table 1. The results of sensory assessment of bread

Udział mąki ryżowej Rice flour addition (%)	A*	B	C	D	E	F	G
0	4,9 ^{a**}	3 ^a	4 ^a	3,8 ^a	3 ^a	3 ^a	6 ^a
5	4,9 ^a	3 ^a	4 ^a	3,7 ^a	3 ^a	3 ^a	6 ^a
10	4,9 ^a	3 ^a	3,9 ^a	3,9 ^a	3 ^a	3 ^a	5,8 ^a
15	4,6 ^a	2,5 ^a	3,7 ^a	3,9 ^a	2,4 ^a	2,6 ^a	5,2 ^a
20	4,4 ^a	0,4 ^b	0,0 ^b	3,9 ^a	2,3 ^a	2,4 ^a	0,0 ^b
25	4,4 ^a	-35 ^c	0,0 ^b	3,8 ^a	2,3 ^a	2,3 ^a	-17,5 ^c

* A – wygląd zewnętrzny – external appearance, B – barwa skórki – crust colour C – wygląd skórki – crust appearance, D – elastyczność miękiszu – crumb elasticity, E – porowatość miękiszu – crumb porosity, F – pozostałe cechy miękiszu – others features of crumb, G – smak i zapach – taste and smell;

** wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ($\alpha = 0,05$) – mean values designated with different letters are statistically different ($\alpha = 0.05$).

Za barwę skórki pieczywa odpowiedzialne są głównie cukry redukujące i aminokwasy. Mąka ryżowa zawiera przeważnie mniej tych związków niż mąka pszena (Yamauchi i in. 2004), co mogło być powodem, że barwa skórki pieczywa z dodatkiem mąki ryżowej była jaśniejsza.

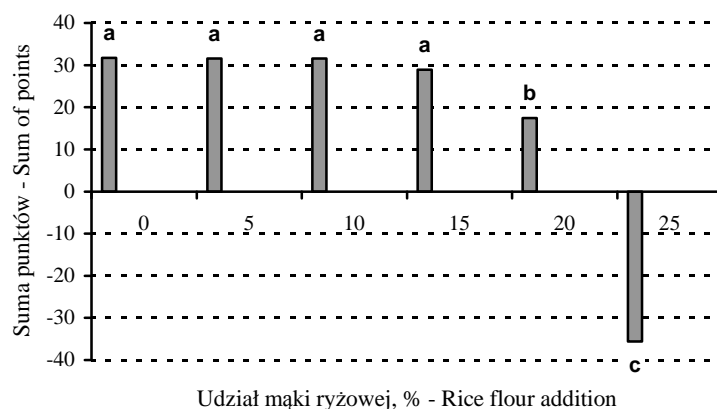
Dodatek mąki ryżowej powyżej 15% wpłynął istotnie na powierzchnię skórki. Przy 20 i 25% udziale tego składnika skórka była częściowo odstająca i popękana, dlatego też większość oceniających przyznała za ten wyróżnik 0 p. Mięksiz uzyskanego pieczywa, bez względu na udział mąki ryżowej, charakteryzował się na ogół dobrą elastycznością i większość oceniła tę cechę na 4 punkty. Najlepszą porowatością mięksizu charakteryzowały się wyroby bez dodatku mąki ryżowej oraz z 5 i 10% jej dodatkiem i uzyskały maksymalną liczbę 3 punktów. Nieco gorzej pod względem porowatości zostały ocenione pozostałe próby (przeważnie po 2 punkty). Podobnie oceniono pieczywo pod względem zabarwienia mięksizu, łatwości krojenia i suchości w dotyku. Różnice wystąpiły natomiast przy ocenie smaku i zapachu pieczywa. Pieczywo kontrolne oraz z 5 i 10% dodatkiem uzyskiwało przeważnie maksymalną liczbę 6 punktów. Natomiast 15% udział mąki ryżowej w pieczywie pszennym powodował uzyskiwanie gorszych not za te wyróżniki, zaś przy dodatku wynoszącym 20 i 25% pieczywo za smak i zapach uzyskiwało przeważnie odpowiednio 0 i minus 35 punktów (tab. 1). Mięksiz był zbyt suchy i twardy.

Łączna suma punktów za poszczególne wyróżniki jakościowe wykazała, że przy 5 i 10% udziale mąki ryżowej w pieczywie pszennym wszystkie wyroby uzyskały średnio po 32 punkty. Nieco większy (15%) dodatek mąki nieznacznie obniżył jakość pieczywa, powodując głównie zmatowienie powierzchni skórki i pieczywo to uzyskało średnio 29 punktów. Natomiast wyższy dodatek mąki ryżowej, a szczególnie 25%, znacznie pogorszył jakość pieczywa i otrzymało ono łącznie minus 36 punktów (rys. 1).

Rozpatrując wpływ dodatku mąki ryżowej na cechy tekstury mięksizu pieczywa pszenego stwierdzono, że wzrost udziału tej mąki powodował zwiększenie twardości mięksizu. Uzyskana zależność miała charakter liniowy (rys. 2), przy czym 5 i 10% udział mąki ryżowej powodował nieznaczne zwiększenie twardości mięksizu pieczywa w odniesieniu do próby kontrolnej. Natomiast przy 25% dodatku twardość mięksizu w porównaniu do próby bez udziału mąki ryżowej zwiększała się ponad dwukrotnie (średnio od 11 do 25 N).

W przeprowadzonych badaniach wzrost twardości mięksizu na skutek dodatku mąki ryżowej może być spowodowany mniejszą wodochłonnością mieszanin. Jeśli dodatek wody do mąki jest mniejszy, wówczas pieczywo również charakteryzuje się mniejszą zawartością wody, a tym samym mięksiz takiego chleba będzie bardziej twardy. Potwierdzeniem tego może być istotna statystycznie, silna

i ujemna zależność liniowa między wodochłonnością zastosowanych mieszanek mąki a twardością mięksizu pieczywa ($r = -0,980$). Potwierdzają to również odczucia oceniających podczas oceny sensorycznej pieczywa, którzy stwierdzają, że szczególnie przy udziale mąki ryżowej 20 i 25% mięksiz pieczywa był suchy i bardziej twardy. Ponadto dodatek do mąki pszennej innych mąk, tzw. niechlebowych, powoduje często, że otrzymane pieczywo jest gorzej wyrośnięte i bardziej gęste. Może to również powodować wzrost twardości mięksizu, czego dowodem są wyniki uzyskane przez Yamauchi i in. (2004).

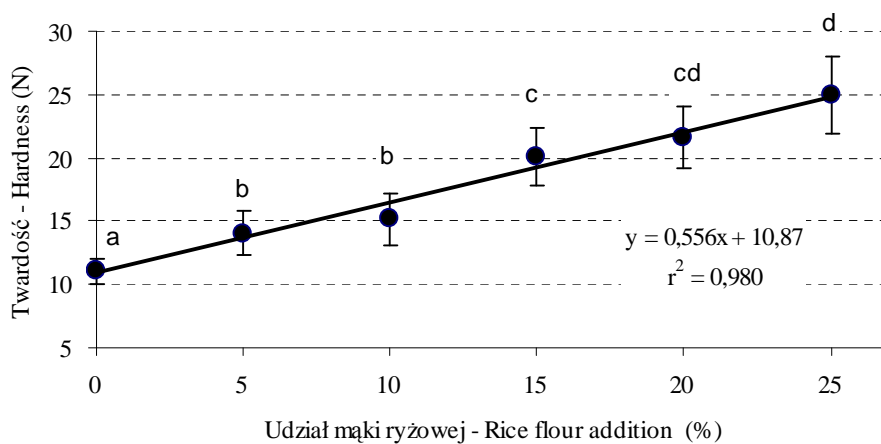


Rys. 1. Całkowita suma punktów za ocenione wyróżniki jakościowe; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ($\alpha = 0,05$)

Fig. 1. Total sum of points for evaluated quality parameters; mean values designated with different letters are statistically different ($\alpha = 0.05$)

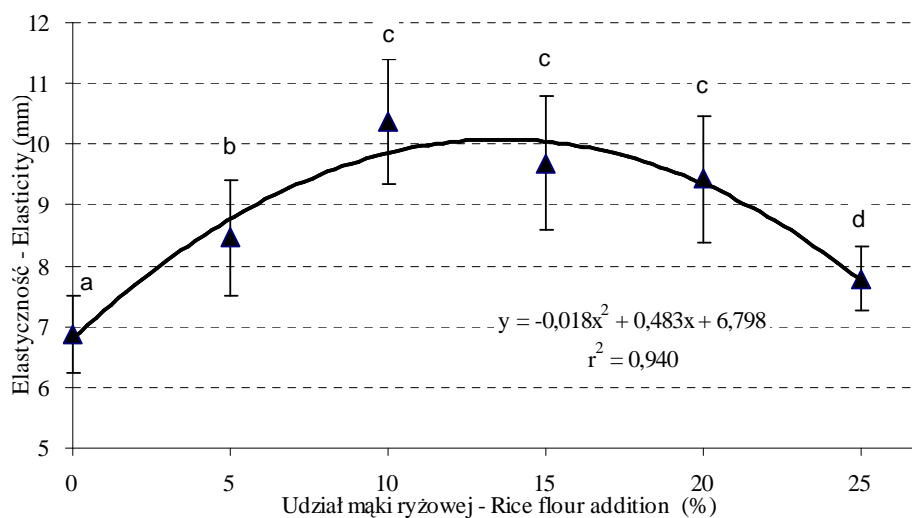
Wpływ dodatku mąki ze zbóż niechlebowych na parametry tekstury mięksizu pieczywa jest różny. Dodatek mąki owsianej (Różyło 2007) i amarantusowej (Różyło i Laskowski 2008) do mąki pszennej powoduje wzrost twardości mięksizu pieczywa. Podobne zależności otrzymali Gambuś i inni (2003). Natomiast Kusińska i Grzegorzczak (2007) stwierdziły, że dodatek płatków owianych do pieczywa żytniego powoduje spadek twardości mięksizu. Z kolei dodatek mąki z prosa do mięksizu pieczywa pszennego ma niewielki wpływ na jego twardość i jedynie przy 5% udziale tego dodatku obserwuje się spadek tej cechy (Różyło i Laskowski 2007).

Analizując elastyczność mięksizu pieczywa stwierdzono, że dodatek mąki ryżowej w ilości 5 i 10% powodował wzrost tego parametru średnio od 7 do 10 mm. Natomiast dalszy wzrost udziału tej mąki wpłynął na niewielki spadek elastyczności, do poziomu około 8 mm przy 25% udziale (rys. 3). Uzyskaną zależność opisano równaniem regresji o postaci wielomianu stopnia drugiego ($r^2 = 0,940$).



Rys. 2. Zależność między udziałem mąki ryżowej a twardością miękiszu pieczywa; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ($\alpha = 0,05$)

Fig. 2. Relationship between rice flour content and hardness of bread crumb; mean values designated with different letters are statistically different ($\alpha = 0.05$)



Rys. 3. Zależność między udziałem mąki ryżowej a elastycznością miękiszu pieczywa; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ($\alpha = 0,05$)

Fig. 3. Relationship between rice flour content and elasticity of bread crumb; mean values designated with different letters are statistically different ($\alpha = 0.05$)

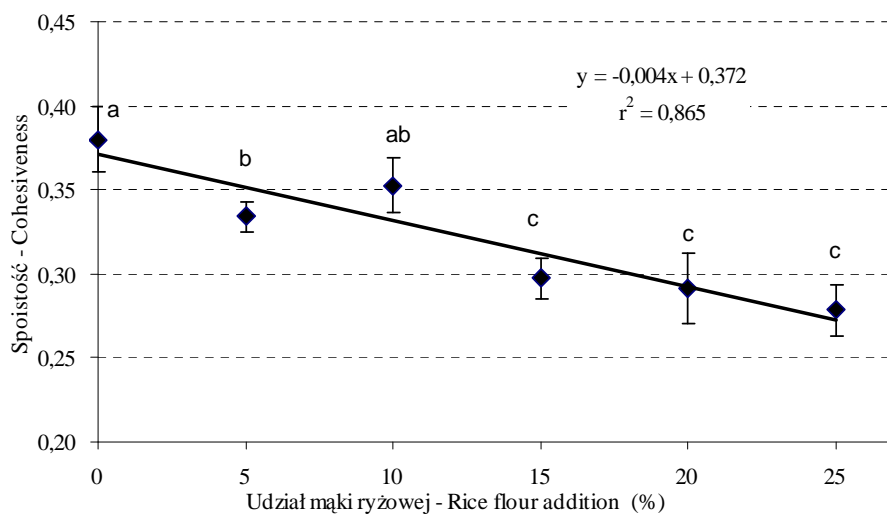
Nieliniowa zależność między dodatkiem mąki ryżowej a elastycznością miększu może wynikać z tego, że przy niewielkim dodatku mąki ryżowej (do 10%) pieczywo było bardziej nieco bardziej twarde i elastyczne. Jednakże wyższy dodatek mąki powodował najprawdopodobniej szybsze czerstwienie pieczywa, a tym samym spadek elastyczności miększu. Potwierdzeniem tego mogą być wyniki uzyskane przez Sabanisa i Tzia (2007). Dodatek mąki ryżowej do mąki pszennej powoduje spadek zawartości glutenu w pieczywie. Roach i Hosoney (1995) wykazali, że gluten odgrywa istotną rolę w czerstwieniu pieczywa. Formuje on elastyczną strukturę białkową, która spowalnia migrację wody z miększu do skórki, a tym samym proces czerstwienia przebiega wolniej.

Porównując wyniki oceny elastyczności miększu przeprowadzone metodą organoleptyczną i instrumentalną można stwierdzić, że ocena instrumentalna jest bardziej obiektywna, ponieważ większość oceniających nie wykazała różnic w tym wyróżniku podczas oceny organoleptycznej.

Elastyczność jest jednym z podstawowych wyróżników branych pod uwagę w ocenie jakościowej pieczywa. Na wartość tej cechy wpływa wiele czynników, w szczególność rodzaj i ilość dodatków stosowanych do pieczywa oraz zmiany na skutek procesu czerstwienia. Szczególnie dodatek tłuszczów i odpowiednich enzymów powoduje wzrost elastyczności (Szajewska i Ceglińska, 2007).

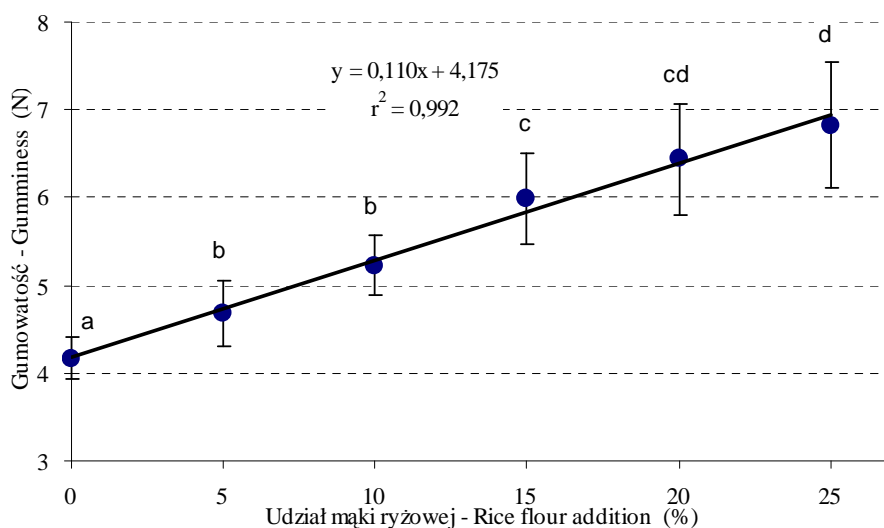
Rozpatrując spistość miększu pieczywa pszennego z różnym dodatkiem mąki ryżowej stwierdzono, że wzrost udziału tego składnika powodował spadek spistości miększu (średnio od 0,38 do 0,28). Uzyskana zależność miała charakter liniowy. Współczynnik determinacji równania wyniósł 0,865 (rys. 4). Spadek spistości miększu może być spowodowany szybszym czerstwieniem pieczywa z dodatkiem mąki ryżowej. Podobne zależności dla pieczywa pszennego, po jednej dobie przechowywania od chwili zakończenia wypieku, uzyskała Różyło (2007), analizując cechy tekstury miększu chleba z różnym udziałem mąki owsianej.

Dodatek mąki ryżowej spowodował natomiast wzrost gumowatości i żuwalności miększu pieczywa (rys. 5 i 6). Przy czym zależność między udziałem tej mąki a gumowatością była liniowa ($r^2 = 0,992$). Natomiast w przypadku żuwalności największe zmiany tego parametru zaobserwowano przy 10% dodatku mąki ryżowej (wzrost o około 80% w odniesieniu do próby kontrolnej). Wyższy dodatek mąki ryżowej miał nieznaczny i przeważnie nieistotny wpływ na żuwalność miększu. Uzyskaną zależność opisano równaniem regresji o postaci wielomianu stopnia drugiego (rys. 6). Taki charakter zależności wynika z faktu, że żuwalność jest wypadkową gumowatości oraz elastyczności miększu pieczywa, która zmieniała się nieliniowo wraz ze wzrostem udziału mąki ryżowej w pieczywie.



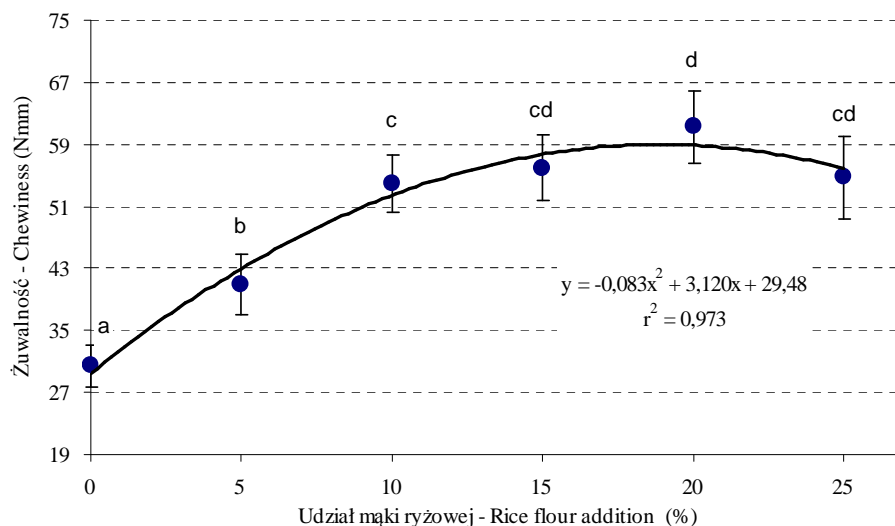
Rys. 4. Zależność między udziałem mąki ryżowej a spoistością miększu pieczywa; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ($\alpha = 0,05$)

Fig. 4. Relationship between rice flour content and cohesiveness of bread crumb; mean values designated with different letters are statistically different ($\alpha = 0.05$)



Rys. 5. Zależność między udziałem mąki ryżowej a gumowatością miększu pieczywa; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ($\alpha = 0,05$)

Fig. 5. Relationship between rice flour content and gumminess of bread crumb; mean values designated with different letters are statistically different ($\alpha = 0.05$)



Rys. 6. Zależność między udziałem mąki ryżowej a żuwalnością miększu pieczywa; wartości średnie oznaczone różnymi literami są statystycznie istotnie różne ($\alpha = 0,05$)

Fig 6. Relationship between rice flour content and chewiness of bread crumb; mean values designated with different letters are statistically different ($\alpha = 0.05$)

Przeprowadzone badania wykazały, że dodatek mąki ryżowej do mąki pszennej istotnie oddziałuje na cechy tekstury miększu pieczywa. Wysokie i dodatnie współczynniki korelacji liniowej stwierdzono między udziałem mąki ryżowej a twardością i gumowatością miększu pieczywa. Natomiast ujemna korelacja wystąpiła między zawartością mąki ryżowej a spoistością miększu.

WNIOSKI

1. Dodatek mąki ryżowej do mąki pszennej w ilości do 10% wpłynął w niewielkim stopniu na wyniki oceny organoleptycznej pieczywa. Natomiast przy wyższym udziale mąki ryżowej, a w szczególności przy 25% dodatku nastąpiło znaczne pogorszenie jakości pieczywa.

2. Wraz ze wzrostem udziału mąki ryżowej zwiększała się twardość miększu pieczywa – średnio od 11 do 25 N. Najmniejszy wzrost twardości stwierdzono przy 5 i 10% dodatku tej mąki (od 11 do około 15 N).

3. Nie stwierdzono liniowej zależności między udziałem mąki ryżowej a elastycznością miększu pieczywa. Dodatek tego składnika w ilości do 10% spowodował wzrost elastyczności (średnio od 7 do 10 mm). Natomiast przy wyższym udziale mąki ryżowej wartości tego parametru zmniejszyły się nieznacznie.

4. Dodatek mąki ryżowej spowodował spadek spoistości miękiszu pieczywa – średnio od 0,38 do 0,28. Zwiększyła się natomiast gumowatość i zuwalność.

5. Biorąc pod uwagę wyniki oceny organoleptycznej pieczywa oraz pomiary cech tekstury miękiszu można stwierdzić, że dodatek mąki ryżowej do 10% jest optymalny przy zastosowaniu tego surowca jako suplementu mąki pszennej przy wyrobie pieczywa.

PIŚMIENNICTWO

- Chao-Chi Chuang G. Yeh A.I., 2006. Rheological characteristics and texture attributes of glutinous rice cakes (mochi). *Journal of Food Engineering*, 74, 314-323.
- Dziki D., Laskowski J., 2005. Wpływ dodatku mąki gryczanej do mąki pszennej na wybrane cechy ciasta i miękiszu pieczywa. *Acta Agrophysica*, 6(3), 617-624.
- Fresco L., 2005. „Rice is life”. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 249-253.
- Gambuś H., Pisulewska E., Gambuś F., 2003. Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin*, 229, 283-290.
- Gujral S.H., Haros M., Rosell C.M., 2004. Improving the texture and delaying staling in rice flour chapati with hydrocolloids and α -amylase. *Journal of Food Engineering*, 65, 89-94.
- Gujral S.H., Rosell C.M., 2004. Improvement of the bread making quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Research International* 37, 75-81.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawnictwo SGGW-AR, 268-267.
- Ji Y., Zhu K., Qian H., Zhou H., 2007. Staling of cake prepared from rice flour and sticky rice flour. *Food Chemistry*, 104, 53-58.
- Jurga R., 2007. Jedna z możliwości modyfikacji i poprawy jakości mąki w młynie. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 11,2-3.
- Kusińska E., Grzegorzczak J., 2007. Zastosowanie badań cech tekstury do oceny jakości chleba żytnio-owsianego. Właściwości geometryczne mechaniczne i strukturalne surowców i produktów spożywczych. Wydawnictwo Naukowe FRNA, PAN Lublin, 139-145.
- McCarty D.F., Gallagher E., Gormley T.R., Schober T.J., Arendt E.K. 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chemistry*, 82(5), 609-615.
- Mi Y.K., Hyun M.S., Hae C.C., 1997a. Varietal variation in gelatinisation and adaptability to rice bread processing and their interrelation. *Korean Journal of Crop Science*, 42(3), 344-351.
- Mi Y.K., Yeong H.C., Hae C.C., 1997b. Effects of gums, fats and glutens adding on the processing and quality of milled rice bread. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 29(4), 700-704.
- Roach R., R., Hoseney R.C., 1995. Effects of certain surfactants on the starch in bread. *Cereal Chemistry*, 72(6), 578-582.
- Różyło R., 2007. Zmiany cech teksturalnych miękiszu chleba pszennego pod wpływem dodatku produktów z owsa. *Acta Agrophysica*, 10(3), 667-676.
- Różyło R., Laskowski J., 2007. Zmiany cech tekstury pieczywa pszennego pod wpływem dodatku mąki z prosa. Właściwości geometryczne mechaniczne i strukturalne surowców i produktów spożywczych. Wydawnictwo Naukowe FRNA, PAN Lublin, 129-137.

- Różyło R., Laskowski J., 2008. Wpływ dodatku produktów z amarantusa na cechy tekstury miększu pieczywa. *Acta Agrophysica*, 11(2), 499-508.
- Sabanis D., Tzia C., 2007. Effect of rice, corn and soy flour addition on characteristics of bread produced from different wheat cultivars. *Food Bioprocess Technol.*, dostępne on-line: <http://www.springerlink.com/content/f2729708441r83xt/>, data udostępnienia 08.11.2008.
- Sadkiewicz K., Sadkiewicz J., 1998. Urządzenia pomiarowo-badawcze dla przetwórstwa zbożowo-mącznego. ART. Bydgoszcz.
- Sivaramakrishnan H.P., Senge B., Chattopadhyay P.K., 2004. Rheological properties of rice dough for making rice bread. *Journal of Food Engineering*, 62, 37-45.
- Steffe J.F., 1996. Rheological methods in food process engineering. Freeman Press USA, 71-75.
- Szajewska A., Ceglińska A., 2004. Czerstwienie pieczywa. *Przegl. Piek i Cuk.* 3, 6-7.
- Turabi E., Sumnu G., Sahin S., 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocolloids*, 22, 305-312.
- Wang J., Rosell C. M., Benedito de Barber C., 2002. Effect of the addition of different fibres on wheat dough performance and bread quality. *Food Chemistry*, 79, 222-226.
- Yamauchi H., Takahiro N., Matsuura-Endo Ch., Takigawa S., Saito K., Oda Y., Funatsuki W., Iriki N., Hashimoto N., 2004. Bread-making quality of wheat/rice flour blends. *Food Sci. Technol. Res.*, 10 (3), 247-253.

INFLUENCE OF RICE FLOUR ADDITION ON WHEAT BREAD CRUMB TEXTURE

Dariusz Dziki, Renata Różyło, Janusz Laskowski

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

Abstract. The aim of the work was to determine the influence of rice flour addition on texture changes of wheat bread crumb. The investigations were carried out on mixtures of wheat flour with rice flour added from 0 to 25% (every 5%). The dough was made from the mixtures and the experimental baking test was carried out. Obtained bread was evaluated for sensory analysis and textural properties of the bread crumb were tested by texture profile analysis (TPA). The data showed that rice flour addition up to 10% has no significant influence on the results of sensory assessment. However, 20% weight concentration of rice flour, and especially 25% flour addition, caused a considerable decrease of bread quality. It was found that as the rice flour addition increased the bread crumb hardness and gumminess increased too, from 11 to 25 N and from 4.2 to 6.8 N, respectively. Whereas, the relations between rice flour content and elasticity and chewiness of bread crumb were not linear and were described by square equations. The highest increase of these parameters was observed when 5 and 10% of rice flour was added. The results showed that rice flour addition up to 10% can be used as a substitute of wheat flour for bread production.

Keywords: bread, bread crumb, rice, texture