

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH CIASTA I PIECZYWA PSZENNEGO POD WPLYWEM DODATKU MĄKI Z OWSA CZARNEGO

*Monika Wójcik¹, Dariusz Dziki², Renata Różyło¹, Beata Biernacka²,
Grzegorz Łysiak¹, Jawad al Aridhee¹*

¹Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego
Uniwersytet Przyrodniczy, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin

²Katedra Techniki Ciepłej, Uniwersytet Przyrodniczy, ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin
e-mail: monika.wojcik@up.lublin.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie zmian właściwości fizycznych ciasta i pieczywa pszennego wzbogaconego mąką z owsa czarnego. Mąka owsiana była dodawana do mąki pszennej w udziale od 0 (próba kontrolna) do 25% (co 5%). Wyznaczono właściwości fizyczne ciasta kontrolnego i z dodatkiem mąki owsianej przy wykorzystaniu alweografu i farinografu. Próbny wypiek laboratoryjny pieczywa wykonano, stosując jednofazową metodę prowadzenia ciasta. Oznaczono objętość pieczywa oraz przeprowadzono punktową ocenę organoleptyczną. Po 24 i 48 h od zakończenia wypieku dokonano analizy cech tekstury miększu pieczywa (test TPA), określając: twardość, spoistość, sprężystość i żuwalność. Stwierdzono, że udział owsa czarnego w mące pszennej miał istotny wpływ na zmianę właściwości fizycznych ciasta opisanych parametrami farinograficznymi. Dodatek tego składnika powodował wzrost wodochłonności mąki (od 55,6 do 58,3%) i rozmiękczenia ciasta (od 76 do 115 FU). Analizując parametry alweograficzne, zaobserwowano, że wzbogacenie pieczywa pszenne mąką owsianą powodowało spadek pracy deformacji ciasta. Ponadto próby z dodatkiem mąki z owsa czarnego w porównaniu z ciastem kontrolnym były mniej wytrzymałe mechanicznie i rozciągliwe (spadek od 83,8 do 26,6 mm). Stwierdzono spadek objętości chleba oraz obniżenie sprężystości i żuwalności miększu pod wpływem dodatku mąki owsianej. Wyniki punktowej oceny organoleptycznej chleba wykazały, że suplementacja pieczywa pszenne owszem czarnym w udziale do 15% nie powoduje obniżenia jego jakości.

Słowa kluczowe: ciasto, pieczywo pszenne, owies czarny, jakość

WSTĘP

Na rynku krajowym dostępne jest różnego rodzaju pieczywo suplementowane produktami owsianymi. Jako dodatek do pieczywa mogą być stosowane takie produkty owsiane, jak obłuszczone ziarno, pęczak, płatki, otręby, kaszki, czy też mąki. Niezwykle cenny skład chemiczny owsa powoduje szereg korzystnych

oddziaływać na zdrowie człowieka (Piątkowska i in. 2010). Ponadto owies absorbuje więcej wody podczas wytwarzania ciasta, dzięki czemu chleb przez dłuższy czas zachowuje świeżość (Flander i in. 2007). Brindzova i in. (2009) wykazali, że wzbogacenie pieczywa mąką owsianą powoduje wzrost aktywności przeciwutleniającej.

Gniady jest odmianą owsa o brunatnej łusce, która zawiera wyższy poziom aminokwasów egzogennych oraz wyższą wartość odżywczą białka, w porównaniu do odmian żółtoziarnistych. Ponadto ziarno to wyróżnia się zwiększoną zawartością Fe i Mn (Gambuś i in. 2006). Stwierdzono, że ziarno owsa czarnego, w porównaniu do odmian żółtoziarnistych Bohun czy Deresz, zawiera więcej włókna surowego oraz mniej skrobi (Ciołek i in. 2008).

Dotychczasowe badania (Gambuś i in. 2003) miększu chleba z 3 i 5% dodatkiem mąki owsianej wykazują zwiększenie twardości miększu pieczywa. Według Ceglińskiej i Dubickiej (2009) jak również Różyło (2007), biorąc pod uwagę cechy tekstury miększu, dodatek mąki owsianej nie powinien być większy niż 5%, natomiast otrąb owsianych tylko 2,5%. Jakość ciasta i pieczywa pszenno-owsianego zależy od wielu czynników: rodzaju i jakości mąki chlebowej, rodzaju i ilości produktu owsianego, a także jego granulacji oraz od metody prowadzenia ciasta i sposobu wprowadzania produktów owsianych do ciasta (Czubaszek 2011).

Mając na uwadze szczególnie wartościowy skład chemiczny ziarna owsa czarnego, podjęto badania nad możliwością wykorzystania tej odmiany jako dodatku do pieczywa pszennego.

Celem pracy było określenie zmian właściwości fizycznych ciasta i pieczywa pszennego pod wpływem dodatku mąki z owsa czarnego.

MATERIAŁ I METODY

Podstawowy surowiec do wypieku chleba stanowiła mąka pszenna, chlebowa typ 750. Jako dodatek do mąki pszennej użyto razową mąkę owsianą, uzyskaną z przemiału laboratoryjnego ziarna owsa czarnego odmiany Gniady pochodzącego ze zbiorów z województwa lubelskiego z 2010 roku. Ziarno owsa rozdrabniano do postaci mąki całościowej przy wykorzystaniu rozdrabniacza tarczowego produkcji ZBPP w Bydgoszczy. Mąkę uzyskano z frakcji przesiewu przez sito o wielkości bloku oczka równiej 0,315 mm, a następnie dodawano do mąki pszennej w udziale od 0 (próba kontrolna) do 25% (co 5%) w stosunku do jej masy. Analiza podstawowych cech jakości mąki pszennej objęła określenie zawartości białka według PN-EN ISO 20483:2007, ilości i jakości glutenu zgodnie z PN-EN ISO 21415-1:2007, wskaźnika sedymentacji według PN-EN ISO 5529:2010 oraz liczby opadania według PN-ISO 3093:2010. Właściwości fizyczne ciasta pszennego z dodatkiem mąki owsianej określono przy wykorzystaniu farinografu Brabendera (zgodnie z PN-ISO 5530-1) oraz alweografu metodą klasyczną HC

(zgodnie z PN-ISO 5530-4). Powyższe oznaczenia wykonano w pięciu powtórzeniach. Pieczywo wypiekano z ciasta prowadzonego metodą jednofazową (Jakubczyk i Haber 1983). Objętość pieczywa określano po 24 h przechowywania, przy użyciu materiałów sypkich (nasion prosa). Ocena organoleptyczna pieczywa została przeprowadzona przez piętnastoosobowy, przeszkolony zespół oceniający (zgodnie z PN-A-74108:1996). Badania cech tekstury (test TPA) przeprowadzono po 24 i 48 h od momentu zakończenia wypieku, przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S. Na podstawie uzyskanych charakterystyk wyznaczono następujące parametry (Gámbaro i in. 2006): twardość, spoistość, sprężystość oraz żuwalność.

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic między średnimi wyznaczono wykorzystując test Tukey'a ($\alpha = 0,05$). Do analiz wykorzystano program Statistica 6.0 PL firmy Statsoft.

WYNIKI I DYSKUSJA

Mąkę pszenną, wykorzystaną do badań, charakteryzowały następujące parametry: zawartość białka 12,8%, liczba glutenowa 44,2, liczba opadania 300 s, wskaźnik sedimentacyjny 38 cm³ oraz wilgotność 12,6%. Powyższe wartości wskazują na odpowiednią jakość mąki do wypieku chleba.

Wodochłonność mąki jest jednym z ważniejszych wskaźników określającym jej zdolność do wiązania wody przy utrzymaniu optymalnej konsystencji ciasta. Analizując wartości tego parametru (tab. 1), zaobserwowano, że dodatek mąki z owsa czarnego powodował wzrost wodochłonności od 55,5 (próba kontrolna) do 58,3% (25% dodatek mąki z owsa czarnego). Podobne zależności uzyskali Miś i in. (2012), którzy stwierdzili liniowy wzrost wodochłonności pod wpływem dodatku pełnoziarnistej mąki owsianej.

Ciasta, które zawierały w swoim składzie do 10% mąki z owsa czarnego, charakteryzowały się dłuższym czasem rozwoju (ok. 4 minut), natomiast wyższy jego udział powodował skrócenie czasu rozwoju do ok. 2,2 minuty. Analiza właściwości reologicznych ciasta prowadzona przez Ceglińską i Dubicką (2009) wykazała, że udział otrąb owsianych w ilości 40% w masie ciasta powoduje ponad trzykrotne wydłużenie czasu jego rozwoju oraz skrócenie czasu stałości ciasta. Podobnie dzieje się z właściwościami ciasta z dodatkiem śruty owsianej. W naszych badaniach zaobserwowano również, że ciasta z dodatkiem mąki owsianej charakteryzowały się krótszym czasem stałości (o ok. 1 minutę, w porównaniu do ciasta kontrolnego). W odniesieniu do rozmiękczenia ciasta zauważono, że pod wpływem dodatku mąki z owsa czarnego następował jego liniowy wzrost, od 76,4 FU (dla próby kontrolnej) do 115 FU (dla próby z 25% udziałem mąki z owsa czarnego). Zbyt

duże rozmiękczenie ciasta podczas miesienia jest niekorzystne, gdyż może negatywnie oddziaływać na jakość pieczywa. Przeważnie zwiększenie udziału zbóż niechlebowych w mące pszennej powoduje osłabienie struktury glutenu i wzrost rozmiękczenia ciasta (Sobczyk i in. 2010, Żmijewski 2010). Dodatek mąki owsianej powyżej 10% wpływał na zmniejszenie liczby jakości. Najwyższą wartość liczby jakości uzyskano dla próby kontrolnej (66,4), a najniższą dla próba z 25% udziałem (54) (tab. 1). Podsumowując, należy zauważyć, że dodatek mąki z owsa, szczególnie powyżej 10%, miał niekorzystny wpływ na parametry farinograficzne.

Tabela 1. Wpływ dodatku mąki z owsa czarnego na właściwości farinograficzne i alveograficzne ciasta pszennego

Table 1. Influence of black oat flour addition on wheat dough farinograph and alveograph properties

Wskaźniki jakościowe / Quality indicators	Udział dodatku owsa czarnego, Amount of black oats addition (%)					
	0	5	10	15	20	25
Parametry farinograficzne Farinograph parameters						
Wodochłonność mąki Water absorption of flour (%)	55,54 ^{a*}	56,54 ^b	57,16 ^c	57,66 ^d	58,1 ^e	58,3 ^e
Czas rozwoju ciasta Time of dough development (min.)	2,6 ^b	4 ^d	3,7 ^c	2,1 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a
Staość ciasta / Dough stability (min.)	5,3 ^c	5,1 ^b	4,6 ^{ab}	4,3 ^a	4,5 ^a	4,5 ^a
Rozmiękczenie / Softening (FU)	76,4 ^a	92,2 ^b	106,4 ^c	110,4 ^c	111,8 ^c	115 ^c
Liczba jakości / Quality number	66,4 ^c	62 ^b	61,2 ^b	57,4 ^{ab}	55,8 ^{ab}	54 ^a
Parametry alveograficzne Alveograph parameters						
Praca odkształcenia ciasta Deformation energy of dough – W (J*10 ⁻⁴)	206 ^f	158 ^e	123 ^d	112 ^c	91 ^b	84 ^a
Sprężystość / Tenacity – P (mm H ₂ O)	77 ^b	74 ^b	70,8 ^a	72,2 ^a	71,8 ^a	70,6 ^a
Rozciągliwość / Extensibility – L (mm)	83,8 ^e	70 ^d	70 ^d	47,6 ^c	36 ^b	26,6 ^a
Współczynnik konfiguracji wykresu Curve configuration ratio – P/L	0,92 ^a	1,04 ^a	1,01 ^a	1,51 ^b	1,99 ^c	2,66 ^d
Wskaźnik rozciągnięcia ciasta Swelling index – G	20,4 ^e	18,5 ^d	18,5 ^d	15,4 ^c	13,8 ^b	12,5 ^a
Indeks elastyczności / Index of elasticity – Ie (%)	51,1 ^a	40 ^b	33,8 ^c	30 ^d	—	—

**wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$) / mean values designated by the same letters are not significantly different ($\alpha = 0.05$)

Rozpatrując parametry alveograficzne (tab. 1), które odwzorowują proces fermentacji, zaobserwowano znaczny spadek pracy odkształcenia ciasta. Wartość tego wskaźnika kształtowała się od 206 J·10⁻⁴ (dla próby kontrolnej) do 84 J·10⁻⁴ (dla próby z 25% dodatkiem mąki z owsa czarnego). Ciasta wzbogacone dodatkiem mąki z owsa czarnego były mniej sprężyste, w porównaniu z ciastem bez udziału tego składnika

(spadek od 77 do 70,6 mm). Korzystna pod względem technologicznym wartość parametru P powinna zawierać się w zakresie 70-90 mm H₂O (Sobczyk i Malon 2009). W niniejszych badaniach warunek ten spełniły wszystkie analizowane próby.

W odniesieniu do rozciągliwości ciasta zaobserwowano spadek wartości tego wskaźnika pod wpływem dodatku mąki owsianej. Najmniej rozciągliwe było ciasto z 25% udziałem mąki z owsa czarnego (26,6 mm), a najbardziej ciasto pszenne bez dodatków (83,8 mm – próba kontrolna).

Parametr P/L (iloraz sprężystości ciasta do jego rozciągliwości) dla ciasta z dodatkiem mąki owsianej kształtował się od 1,04 (przy 5% dodatku mąki z owsa czarnego) do 2,7 (przy 25% udziale tej mąki). Dodatek mąki z owsa czarnego w udziale większym jak 10% powodował przekroczenie górnego zakresu wartości, który jak podają Krawczyk i in. (2008), dla różnych mąk pszennych korzystnych pod względem technologicznym powinien zawierać się w zakresie 0,8-1,1.

Objętość chleba z dodatkiem mąki z owsa czarnego była o 26% mniejsza (próba z 25% dodatkiem owsa czarnego) w porównaniu do próby kontrolnej. Niższą objętość uzyskanego pieczywa można tłumaczyć gorszą zdolnością fermentacyjną mąki, ze względu na osłabienie glutenu przez mąkę owsianą. Ocena korzyści płynących z częściowego zastąpienia mąki pszennej mąką z owsa czarnego może znaleźć uzasadnienie tylko wtedy, jeżeli taki chleb będzie smaczny i akceptowany przez konsumentów. Po przeprowadzonej ocenie organoleptycznej stwierdzono, że wzbogacenie chleba mąką z owsa czarnego w udziale do 15%, korzystnie wpłynęło na jego cechy jakościowe (tab. 2). Chleb odznaczał się jasnoszarą skórką, przyjemnym smakiem oraz aromatycznym zapachem. Jego miękisz był bardzo elastyczny i równomiernie porowaty. Wyższy dodatek powodował znaczne pogorszenie cech jakościowych pieczywa, przy czym w największym stopniu zmianie ulegała barwa i powierzchnia skórki, która była matowa. Natomiast miękisz chleba kruszył się i był suchy oraz mniej elastyczny, a jego smak lekko gorzkawy. Pieczywo bez dodatku mąki owsianej i z 5% jego udziałem otrzymało 39,3 punktów. Niewiele mniejszą ilość punktów (38,7 i 35,9) przyznano chlebom z 10 i 15% udziałem tego składnika. Badane chleby zakwalifikowano do I klasy jakości. Pozostałe wyroby (20 i 25% udziałem mąki z owsa czarnego) oceniono na 23,7 i 16,6 punktów i znalazły się w IV klasie jakości.

Jednym z najważniejszych parametrów tekstury jest twardość, która jest określana jako maksymalna siła podczas pierwszego ściskania próbki. Analizując wartości tego parametru, stwierdzono jego wzrost w czasie przechowywania pieczywa. Dodatek mąki z owsa czarnego wpłynął korzystnie na teksturę miękiszu, o czym świadczy niewielki spadek twardości zarówno po 24 h, jak i 48 h od momentu zakończenia wypieku (wyjątek próba z 20% dodatkiem owsa czarnego po 48 h przechowywania), w porównaniu do próby kontrolnej. Najmniejszy wzrost twardości w czasie przechowywania odnotowano dla pieczywa z 25% udziałem mąki owsianej (rys. 1).

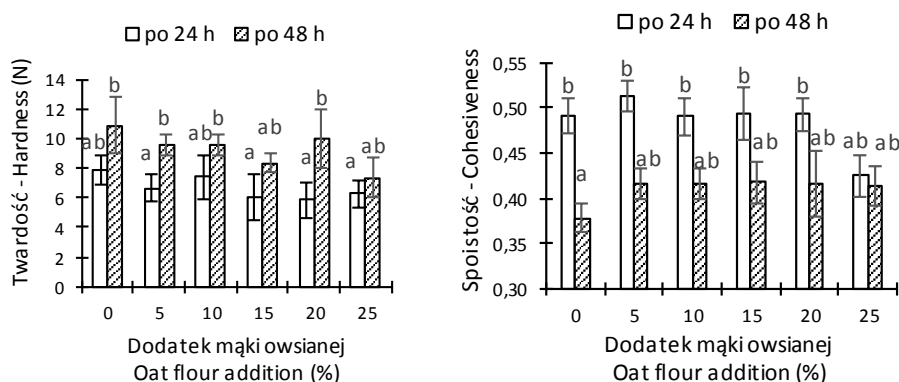
Tabela 2. Wyniki punktowej oceny jakościowej pieczywa
Table 2. The results of bread quality assessment

Cecha chleba Feature of bread	Udział dodatku / The amount of additive, %						
	0	5	10	15	20	25	
Wygląd zewnętrzny External appearance	4,8±0,20 ^{a*}	4,8±0,20 ^a	4,6±0,55 ^a	4,0±0,30 ^b	0,8±0,22 ^c	0±0,0 ^d	
Skórka / Crust	Barwa colour	2,9±0,11 ^a	2,9±0,11 ^a	2,9±0,11 ^a	1,9±0,11 ^b	0±0,00 ^c	0±0,00 ^c
	Grubość Thickness	4±0,00 ^a	4±0,00 ^a	4±0,00 ^a	4±0,00 ^a	4±0,00 ^a	4±0,00 ^a
Miękiś / Crumb	Powierzchnia Surface	4±0,00 ^a	4±0,00 ^a	4±0,00 ^b	3,2±1,1 ^b	1,2±0,0 ^c	0±0,0 ^d
	Elastyczność Elasticity	3,9±0,10 ^a	3,9±0,10 ^{ab}	3,6±0,10 ^{ab}	3,2±0,10 ^{ab}	2,4±0,10 ^b	0±0,10 ^c
	Porowatość Porosity	2,9±0,11 ^a	2,9±0,11 ^a	2,8±0,6 ^a	2,8±0,6 ^a	2,8±0,21 ^a	2,6±0,21 ^b
Pozostałe cechy miękiszu: barwa, krajalność Other features of bread: colour, sliceability	2,9±0,11 ^a	2,9±0,11 ^a	2,9±0,12 ^a	2,9±0,09 ^a	2,9±0,15 ^a	2±0,16 ^b	
Smak i zapach Taste and smell	5,9±0,20 ^a	5,7±0,35 ^a	5,8±0,52 ^a	5,8±0,42 ^a	5,6±0,45 ^a	5,5±0,51 ^a	
Suma punktów Total points	39,3±0,60 ^a	39,3±0,20 ^a	38,7±0,31 ^a	35,9±0,33 ^b	23,7±0,41 ^c	16,6±0,33 ^d	

* wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$) / mean values designated with the same letters are not statistically different ($\alpha = 0,05$); ** ostatni wiersz zawiera łączną sumę punktów (zwiększoną dla każdej próby o 8 zgodnie z zaleceniami normy PN-A-74108:1996, przy niewykonywaniu oznaczeń chemicznych właściwości pieczywa) / the last line shows total points (increased by 8 points for each test according to recommendations of the standard PN-A-74108:1996, when no assays of chemical properties of bread are made)

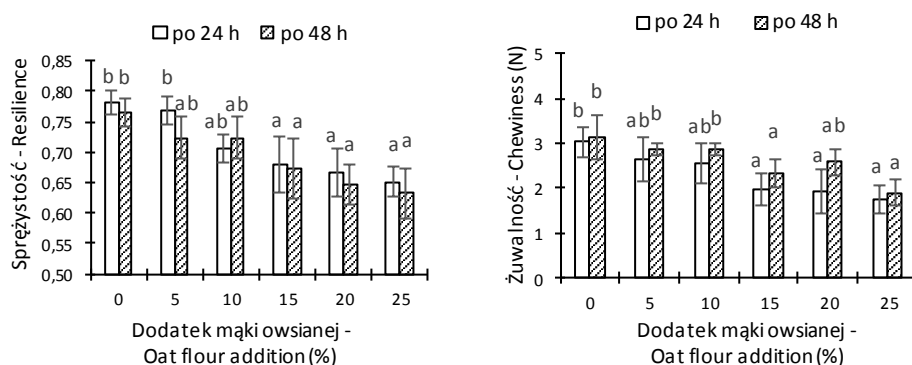
Gibiński i in. (2010) podobnie nie wykazali istotnych różnic twardości miękiszu pieczywa pszenno-owsianego podczas 3-dobowego przechowywania, w porównaniu z miękiszem chleba standardowego.

Rozpatrując spoistość miękiszu (rys. 1), stwierdzono spadek wartości tego parametru w czasie przechowywania pieczywa, średnio o ok. 19%. Wyjątek stanowiła próba z 25% dodatkiem mąki z owsa czarnego, której spoistość kształtowała się na poziomie 0,42. Zaobserwowano, że spoistość miękiszu pieczywa po 24 h od momentu zakończenia wypieku nie różniła się istotnie i kształtowała się na poziomie próby kontrolnej (0,49). Podobne wyniki uzyskała Różyło (2007), która zaobserwowała spadek spoistości miękiszu pieczywa z dodatkiem mąki i otrąb owsianych po 24 h przechowywania.



Rys. 1. Zmiany twardości i spoistości miększu pieczywa pod wpływem dodatku mąki owsianej; wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Fig. 1. Changes of hardness and cohesiveness of bread crumb as a result of oat flour addition; mean values designated with the same letters are not statistically different ($\alpha = 0.05$)



Rys. 2. Zmiany sprężystości i żuwalności miększu pieczywa pod wpływem dodatku mąki owsianej; wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Fig. 2. Changes of resilience and chewiness bread crumb as a result of oat flour addition; mean values designated with the same letters are not statistically different ($\alpha = 0.05$)

Badania sprężystości miększu wykazały, że dodatek mąki z owsa czarnego powodował spadek wartości tego parametru. Sprężystość miększu kształtowała się od 0,76 (próbna kontrolna po 24 h przechowywania) do 0,63 (przy 25% dodatku mąki z owsa czarnego po 48 h przechowywania). Czas przechowywania nie wpływał na zmianę wartości tego parametru. Podobnie zaobserwowano w przypadku żuwalności, której wartość nieznacznie wzrastała w czasie przechowywania. Pod wpływem dodatku mąki z owsa czarnego żuwalność miększu pieczywa zmniejszała się w niewielkim stopniu. Najniższą wartość tego parametru uzyskało pieczywo

z 25% jego udziałem (1,8 N), a najwyższą próba kontrolna (3,1 N) (rys. 2). Gambus i in. (2006) zauważyli, że zróżnicowany udział całościarnowej mąki z owsa czarnego w ocenianych chlebach minimalnie pogorszył badane parametry tekstury miękiszu, takie jak: twardość, spójność, czy sprężystość, podczas przechowywania, w porównaniu z chlebem standardowym. Pogorszenie tych cech tłumaczą obecnością w składzie mąki wyraźnie większej zawartości nierozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego w stosunku do mąki z owsa białego, która to frakcja niekorzystnie wpływa na teksturę miękiszu.

WNIOSKI

1. Dodatek mąki z owsa czarnego do mąki pszennej w znacznym stopniu wpływa na zmianę właściwości reologicznych ciasta. Zaobserwowano wzrost wodochłonności mąki (od 55,6 do 58,3%) i rozmiękczenia ciasta (od 76 do 115 FU). Natomiast na podstawie analizy alweograficznej stwierdzono spadek pracy deformacji ciasta, a próby z dodatkiem mąki z owsa czarnego w porównaniu z ciastem kontrolnym były mniej rozciągliwe (spadek od 83,8 do 26,6 mm).

2. Twardość miękiszu pieczywa w czasie przechowywania wzrastała, jednakże pod wpływem dodatku mąki owsianej zaobserwowano niewielki spadek wartości tego parametru, w porównaniu do próby kontrolnej. Stwierdzono również spadek objętości chleba oraz obniżenie sprężystości i żuwalności miękiszu pieczywa.

3. Wyniki punktowej oceny organoleptycznej chleba wykazały, że suplementacja pieczywa pszennego owsem czarnym w udziale do 15% nie powoduje obniżenia jego jakości.

4. W oparciu o wyniki badań właściwości fizycznych ciasta oraz ocenę cech jakościowych do produkcji chleba pszennego zaleca się stosowanie dodatku razowej mąki z owsa czarnego w udziale nie wyższym niż 10%.

PIŚMIENNICTWO

- Brindzova L., Mikusova L., Takacsova M., 2009. Antioxidant effect of wheat bakery products supplemented with buckwheat, oat and barley beta-D-glucan and their nutritional and sensory evaluation. In proceedings of the 5th International Congress Flour-Bread'09. 7th Croatian Congress of Cereal Technologists, Opatija, Croatia, 21-23 October, 48-491.
- Ceglińska A., Dubicka A., 2009. Wykorzystanie wybranych zbóż w produkcji piekarskiej. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 53(12), 9-10.
- Ciołek A., Makarski E., Makarski B., 2008. Zawartość wybranych składników żywieniowych w ziarnie owsa czarnego i żółtoziarnistego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3, 80-88.
- Czubaszek A., 2011. Modyfikacje w produkcji pieczywa – jakość pieczywa pszennego z dodatkiem płatków owsianych w zależności od sposobu przygotowania ciasta. *Żywność Projektowana*, 5, 53-67.
- Flander L., Salmenkallio-Marttila M., Suortti K. Autio., 2007. Optimization of ingredients and baking proces for improved wholemeal oat bread quality. *LWT*, 40, 860-870.

- Gámbaro A., Giménez A., Ares G., Gilardi V., 2006. Influence of enzymes on the texture of brown pan bread. *J. Texture Stud.*, 37, 300-314.
- Gambuś H., Pisulewska E., Gambuś F., 2003. Zastosowanie produktów przemiału owsa nieoplewionego do wypieku chleba. *Biul. IHAR*, 239, 259-267.
- Gambuś H., Gambuś F., Pisulewska E., 2006. Całoziarńowa mąka owsiana jako źródło składników dietetycznych w chlebach pszennych. *Biul. IHAR*, 239, 259-267.
- Gibiński M., Gambuś H., Nowakowski K., Mickowska B., Pastuszka D., Augustyn G., Sabat R., 2010. Wykorzystanie mąki owsianej – produktu ubocznego przy produkcji koncentratu z owsa – w piekarstwie. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3(70), 56-75.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wydawnictwo SGGW-AR, 267-268.
- Krawczyk P., Ceglińska A., Izdebska K., 2008. Porównanie właściwości reologicznych ciasta i jakości pieczywa otrzymanego z mąki orkiszowej i pszenicy zwyczajnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4(59), 141-151.
- Miś A., Grundas S., Dziki D., Laskowski J., 2012. Use of farinograph measurements for predicting extensograph traits of bread dough enriched with carob fibre and oat wholemeal. *J. Food Eng.*, 108(1), 1-12.
- Piątkowska E., Witkiewicz R., Pisulewska E., 2010. Podstawowy skład chemiczny wybranych odmian owsa siewnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 3(70), 88-99.
- PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- PN-EN ISO 3093:2010 Pszenica – żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina – Oznaczenie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
- PN-EN ISO 5529:2010. Pszenica – Oznaczenie wskaźnika sedymentacyjnego – Test Zeleny’ego.
- PN-ISO 5530-1:1999. Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczenie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- PN-ISO 5530-4:2003. Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczenie właściwości reologicznych za pomocą alweografu w aparacie Chopin.
- PN-EN ISO 20483:2007. Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – Oznaczenie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka – Metoda Kjeldahla.
- PN-EN ISO 21415-1:2007. Pszenica i mąka pszenna – Zawartość glutenu – Część 1: Oznaczenie ilości glutenu mokrego metodą ręcznego wymywania.
- PN-EN ISO 712:2009. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczenie wilgotności – Metoda odwoławcza.
- Różyło R., 2007. Zmiany cech (tekstury) teksturalnych miękiszów chleba pszennego pod wpływem dodatku produktów z owsa. *Acta Agroph.*, 10(3), 667-676.
- Sobczyk M., Malon A., 2009. Wpływ czasu zapiekania na jakość bułek kajzerek w technologii odroczonego wypieku. *Nauka, Przyroda, Technologie*, 3(4), 1-11.
- Sobczyk M., Haber T., Witkowska K., 2010. Wpływ dodatku płatków owsianych na właściwości ciasta i pieczywa pszennego. *Acta Agroph.*, 16(2), 423-433.
- Żmijewski M., 2010. Jakość ciasta i chleba pszenno-gryczanego w zależności od dodatków technologicznych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(72), 93-103.

CHANGES OF DOUGH AND WHEAT BREAD PHYSICAL PROPERTIES AS A RESULT OF BLACK OAT FLOUR ADDITION

*Monika Wójcik¹, Dariusz Dziki², Renata Różyło¹, Beata Biernacka²,
Grzegorz Łysiak¹, Jawad al Aridhee¹*

¹Department of Machine Operation in the Food Industry, University of Life Sciences
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, Poland

²Thermal Engineering Department, University of Life Sciences
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin, Poland
e-mail: monika.wojcik@up.lublin.pl

Abstract. The aim of the paper was to determine changes of physical properties of dough and wheat bread as a result of black oat flour addition. Oat flour was added to the wheat flour at rates from 5 to 25% (every 5%). The physical properties of the test dough and dough containing oat flour were determined using alveograph and farinograph. The experimental baking test was done using a single-phase dough preparation method. The volume of bread was marked and sensory assessment was carried out. After 24 h and 48 h after baking, bread crumb texture features (TPA) were analyzed, such as hardness, cohesiveness, resilience and chewiness. It was found that the amount of black oat in wheat flour had a significant influence on the changes in physical properties of dough described with farinograph parameters. The addition of this component caused an increase in water absorption of flour (from 55.6 to 58.3%), and the softening of the dough (76 to 115 FU). By analyzing the alveograph parameters, it was observed that the enrichment of wheat bread with black oat flour caused a decrease in deformation energy of dough (W). Additionally, the samples with the addition of black oat flour, compared with wheat dough, were less mechanically strong and less extensible (from 83.8 to 26.6 mm). It was found that there is a decrease in bread volume and a reduction of resilience and chewiness of bread crumb caused by the addition of oat flour. The results of quality assessment of bread showed that the supplementation of wheat bread with black oat up to 15% does not reduce its quality.

Keywords: dough, wheat bread, black oat, quality