

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH CIASTA I PIECZYWA
PSZENNEGO WZBOGACONEGO DODATKIEM MĄKI
Z KOMOSY CZERWONEJ

Monika Siastala¹, Dariusz Dziki², Renata Różyło¹

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: dariusz.dziki@up.lublin.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie wpływu dodatku komosy czerwonej na właściwości fizyczne ciasta i pieczywa pszenne. Do badań przygotowano mieszanki mąki pszennej z dodatkiem zmielonej komosy czerwonej w udziale od 0 (próba kontrolna) do 25% (co 5%) w stosunku do masy mąki. Mieszanki mąki pszennej z komosą poddano analizie alweograficznej i farinograficznej. Wypiek pieczywa przeprowadzono przygotowując ciasto metodą jednofazową. Otrzymane pieczywo poddano ocenie organoleptycznej oraz określono instrumentalnie twardość miękiszu po 24 i 48 h od zakończenia wypieku. Stwierdzono, że udział dodatku komosy czerwonej w cieście pszennym miał istotny wpływ na zmianę właściwości fizycznych ciasta opisanych parametrami alweograficznymi. Ciasto wzbogacone mąką z komosy czerwonej w porównaniu z ciastem kontrolnym było bardziej sprężyste i jednocześnie mniej rozciągliwe. Na podstawie analizy farinograficznej wykazano, że dodatek komosy czerwonej nie wpłynął na wodochłonność mąki, która kształtowała się średnio na poziomie 55,6%. Ciasta z dodatkiem mąki z komosy charakteryzowały się dłuższymi czasami rozwoju i wyższą stabilnością w odniesieniu do próby kontrolnej. Biorąc pod uwagę wyniki oceny organoleptycznej stwierdzono, że dodatek do mąki pszennej komosy czerwonej w udziale do 10% nie oddziaływał negatywnie na cechy jakościowe pieczywa, natomiast wyższy udział tego składnika powodował ich nieznaczne pogorszenie. Ponadto zastosowanie mąki z komosy czerwonej jako częściowego zamiennika mąki pszennej wpłynęło na wzrost twardości miękiszu pieczywa, w szczególności przy 20 i 25% jej udziale.

Słowa kluczowe: ciasto, pieczywo pszenne, komosa czerwona, jakość

WSTĘP

Komosa ryżowa (quinoa, ryż peruwiański) należy do jednych z najstarszych roślin uprawianych na świecie. Naukowcy zainteresowani są komosą m.in. ze

względu na wysoką zawartość białka, które wyróżnia się dobrym składem aminokwasowym (Ruales i Nair 1992, Repo-Carrasco-Valencia i in. 2003, Comai i in. 2007). W porównaniu do zbóż, nasiona komosy charakteryzują się wyższą zawartością aminokwasów egzogennych, takich jak lizyna, treonina i metionina (Wright i in. 2002, Stikic i in. 2012). Ponadto należy podkreślić, że nasiona komosy nie zawierają białek glutenowych, dlatego mogą być wykorzystywane do produkcji pieczywa bezglutenowego (Elgeti i in. 2014). Zaletą nasion komosy jest również wysoka zawartość błonnika i witamin, m.in. kwasu foliowego oraz witaminy E, które wykazują silne działanie przeciwutleniające. Komosa jest również cennym źródłem składników mineralnych, takich jak wapń, magnez, cynk i żelazo (Bhargava i in. 2006, Iglesias- Puig i in. 2015).

Mąka z komosy może być stosowana jako zamiennik części mąki pszennej lub żytniej przy produkcji pieczywa tradycyjnego (pszennego, żytniego i mieszanego) oraz wyrobów cukierniczych. Jako dodatek można użyć również całe nasiona w postaci moczzonej, gotowanej lub prażonej (Ceglińska i Cacak-Pietrzak 2009). Oprócz zwiększenia zawartości białka dodatek komosy może również wpływać korzystnie na walory sensoryczne produktów (Su-Chuen i in. 2007). W latach 90. XX wieku w Zakładzie Technologii Zbóż SGGW w Warszawie przeprowadzono badania nad wpływem dodatku mąki z nasion komosy białej na cechy ciasta i jakość pieczywa pszennego. Stwierdzono, że 5-10% dodatek mąki z komosy ryżowej powodował przyspieszenie procesu fermentacji ciasta, wzbogacał pieczywo w wysokowartościowe składniki odżywcze oraz przedłużał jego przydatność konsumpcyjną (Ceglińska i Cacak-Pietrzak 2009). Lorenz i Coulter (1991) oceniając wydajność pieczywa uzyskanego z mieszanki mąki pszennej z komosą wykazali, że optymalny dodatek mąki z nasion komosy ryżowej nie powinien być wyższy niż 10%. W dotychczas przeprowadzonych badaniach stosowano głównie nasiona komosy białej, brak jest natomiast opracowań dotyczących możliwości wzbogacania pieczywa mąką z komosy czerwonej, dlatego w niniejszej pracy podjęto tę tematykę.

Celem pracy było określenie właściwości ciasta i pieczywa pszennego wzbogaconego dodatkiem mąki z komosy czerwonej.

MATERIAŁ I METODY

Do badań użyto mąkę pszenną chlebową typ 750, która pochodziła z młyna w Piaskach (woj. lubelskie). Jako dodatek do mąki pszennej zastosowano rozdrobnione do postaci mąki całościowej handlowe nasiona komosy czerwonej (producent Bio-Planet S.A.). Rozdrabnianie nasion komosy przeprowadzono przy wykorzystaniu rozdrabniacza tarczowego produkcji ZBPP w Bydgoszczy. Używaną śrutę przesiewano na sicie o wielkości bloku oczka również 0,315 mm, wykorzystując odsiewacz laboratoryjny Thyr 2. Do badań sporządzono mieszanki

mąki pszennej z mąką z komosy o udziale od 5 do 25% (co 5%) w stosunku do masy mąki. Próbę kontrolną stanowiła mąka pszenna, dla której określono zawartość białka według PN-EN ISO 20483:2007 oraz glutenu mokrego (PN-EN ISO 21415-1:2007). Wyznaczono również wskaźnik sedymentacyjny według PN-EN ISO 5529:2010 i liczbę opadania według PN – ISO 3093:2010. Sporządzone mieszanki mąki pszennej z komosą poddawano badaniom właściwości fizycznych ciasta przy wykorzystaniu farinografu Brabendera model 810114 (zgodnie z PN-ISO 5530-1) i alweografu metodą klasyczną HC przy stałej hydratacji zgodnie z normą PN-ISO 5530-4. Pomiary przeprowadzono w pięciu powtórzeniach dla każdej próbki mąki. Wypiek laboratoryjny przeprowadzono, przygotowując ciasto metodą jednofazową wg Instytutu Piekarnictwa w Berlinie (Jakubczyk i Haber 1983). Ocenę organoleptyczną pieczywa wykonał piętnastoosobowy zespół oceniający. Bezpośrednio po wyjęciu z pieca oceniano wygląd zewnętrzny oraz objętość i kształt chleba. Pozostałe wyróżniki jakości pieczywa, takie jak elastyczność, wilgotność i lepkość miękiszu oraz smak i zapach określono w próbce wystudzonej na podstawie PN-A-74108:1996. W dalszej części badań wyznaczono twardość, jako podstawowy wyznacznik tekstury miękiszu pieczywa po 24 i 48 h od momentu zakończenia wypieku, przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S zgodnie z metodyką opisaną przez Dzikiego i in. (2011).

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$, przy wykorzystaniu programu Statistica 6.0 PL firmy Statsoft. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic między średnimi wyznaczono wykorzystując test Tukey'a.

WYNIKI I DYSKUSJA

Mąka pszenna wykorzystana do badań charakteryzowała się zawartością białka ogółem na poziomie 12,7%, a ilość wmytego glutenu wynosiła 31,2%. Gluten cechował się bardzo dobrą elastycznością (pierwszy stopień elastyczności), ale jednocześnie stosunkowo wysoką rozplywalnością (9 mm). Wskaźnik sedymentacyjny wynosił 32 cm³, a liczba opadania 330 s. Wartości powyższych wskaźników wskazują, że badana mąka miała odpowiednie parametry do wyrobu chleba.

Dodatek mąki z komosy czerwonej do mąki pszennej miał istotny wpływ na właściwości fizyczne ciasta opisane parametrami alweograficznym (tab. 1). Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono, że wzrastający udział mąki z komosy czerwonej w cieście pszennym powodował istotny wzrost sprężystości ciasta (P), średnio od 77 mm (próba kontrolna) do 99 mm H₂O, przy 25% udziale tego dodatku. Przyjmuje się, że im większa jest wartość tego parametru, tym ciasto jest bardziej odporne na rozciąganie. Dla mąki pszennej bez dodatków, przeznaczonej

do wyrobu pieczywa, parametr ten powinien zawierać się w zakresie 70-90 mm H₂O (Sobczyk i Malon 2009).

W odniesieniu do rozciągliwości ciasta (L) zaobserwowano, że wraz ze wzrostem udziału mąki z komosy w cieście pszennym następował znaczący spadek wartości tego wskaźnika. Rozciągliwość ciasta kształtowała się w szerokim zakresie od 25,2 mm przy 25% udziale mąki z komosy czerwonej do 83,8 mm w przypadku próby kontrolnej. Parametr L charakteryzuje zdolność ciasta do rozciągania i wykazuje korelację z wielkością pęcherzyków ciasta powstających podczas procesu fermentacji (Abramczyk 1997). Podobnie jak sprężystość ciasta charakteryzuje się on dużą zmiennością, wynikającą zarówno ze wzbogacania ciasta różnymi dodatkami (Dziki i Laskowski 2005), jak i uwarunkowany jest czynnikiem odmianowym (Edwards i in. 2007).

Analizując parametr P/L (iloraz sprężystości ciasta do jego rozciągliwości) stwierdzono, że dodatek mąki z komosy czerwonej powodował wzrost wartości tego parametru – od 0,91 dla próby kontrolnej do 3,95 w przypadku 25% udziału tego dodatku. Najczęściej dla ciasta z różnych mąk pszennych (bez dodatków) parametr ten zawiera się w zakresie 0,8-1,5 (Abramczyk 1997, Krawczyk i in. 2008).

Wartości wskaźnika rozciągnięcia ciasta (G) wraz ze wzrostem udziału mąki z komosy czerwonej w mące pszennej istotnie zmniejszały się. Spadek wartości wskaźnika rozciągnięcia ciasta wynikał z osłabienia struktury glutenu. Dodatek mąki z komosy czerwonej powodował również spadek pracy odkształcenia ciasta (W , średnio od 206,8 do 104,0 J·10⁻⁴) i współczynnika elastyczności (I_e , od 51 do 42%). W przypadku współczynnika elastyczności (I_e), przy dodatku mąki z komosy czerwonej w ilości powyżej 10%, nie udało się wyznaczyć wartości tego wskaźnika, ze względu na zbyt duże osłabienie ciasta.

Dodatek mąki z komosy czerwonej do mąki pszennej powodował uzyskanie ciasta o nieznacznie odmiennej charakterystyce farinograficznej w porównaniu z próbą kontrolną (tab. 1). Zastosowana do badań mąka pszenna wykazywała średni poziom wodochłonności – 55,6%. Wzbogacenie ciasta mąką z komosy czerwonej nie miało istotnego wpływu na wartość tego parametru. Podobną zależność stwierdzili również Stikic i inni (2012), którzy badali wpływ dodatku komosy białej na wodochłonność mąki pszennej.

Zwiększenie udziału mąki z komosy w mące pszennej spowodowało wydłużenie czasu rozwoju ciasta (od 2,6 do 4,1 min przy 20% udziale tego składnika), natomiast stabilność i rozmiękczenie ciasta w bardzo nieznacznym stopniu zmieniały się pod wpływem tego dodatku. Stikic i in. (2012) analizując wpływ dodatku komosy na rozmiękczenie ciasta, wykazali, że przy 10 i 15% jego udziale następował wzrost wartości tego parametru, natomiast przy 20% udziale spadek. Jednak nie wyjaśnili przyczyny tego spadku.

Tabela 1. Wpływ dodatku komosy czerwonej na właściwości alveograficzne i farinograficzne ciasta pszennego**Table 1.** Influence of red quinoa addition on wheat dough alveograph and farinograph properties

Wskaźniki jakościowe Qualitative indicators	Udział dodatku komosy czerwonej Amount of red quinoa addition (%)					
Parametry alveograficzne Alveograph parameters	0	5	10	15	20	25
W^* ($J \cdot 10^{-4}$)	206,8 ^{a**}	177,8 ^b	149 ^c	134 ^d	118 ^e	104 ^f
P (mm)	77 ^a	82 ^b	86,2 ^b	93 ^c	96 ^c	99,4 ^c
L (mm)	83,8 ^a	68,2 ^b	47,6 ^c	35 ^d	28 ^e	25,2 ^e
P/L	0,91 ^a	1,20 ^b	1,81 ^c	2,66 ^d	3,43 ^e	3,95 ^e
G	20,44 ^a	18,27 ^b	15,39 ^c	13,64 ^d	12,66 ^e	12,27 ^e
I_e (%)	51 ^a	47,2 ^b	42 ^c	–	–	–
Parametry farinograficzne Farinograph parameters:						
Wodochłonność mąki Water absorption of flour (%)	55,6 ^a	55,5 ^a	55,8 ^a	55,7 ^a	55,4 ^a	55,7 ^a
Czas rozwoju ciasta Time of dough development (min)	2,6 ^a	3,9 ^c	3,3 ^b	4,0 ^c	4,1 ^c	4,0 ^c
Stabilność ciasta Dough stability (min)	5,3 ^b	6,0 ^d	5,1 ^a	5,4 ^b	6,0 ^d	5,5 ^c
Rozmiękczenie Softening (FU)	76,4 ^b	67 ^a	79,4 ^c	78,4 ^c	84 ^d	83,4 ^d
Liczba jakości Quality number (mm)	66,4 ^a	80,2 ^c	63,6 ^a	67,8 ^a	72,4 ^b	68,8 ^a

* W – praca odkształcenia ciasta – deformation energy of dough, P – sprężystość – tenacity, L – rozciągliwość – extensibility, P/L – współczynnik konfiguracji wykresu – curve configuration ratio, G – wskaźnik rozciągnięcia ciasta – swelling index, I_e – współczynnik elastyczności – index of elasticity,

**wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$),

**values in rows designated by the same letters are not significantly different ($\alpha = 0.05$).

Analizując wartości liczby jakości, stwierdzono, że przy 5% udziale maki z komosy czerwonej nastąpił nieznaczny, aczkolwiek statystycznie istotny wzrost tego parametru do poziomu ok. 80. Dalsze zwiększenie udziału tego dodatku powodowało spadek wartości liczby jakości do poziomu próby kontrolnej (66,4).

Zmiany wyznaczonych właściwości fizycznych ciasta pszennego spowodowane są jego osłabieniem na skutek dodatku mąki z nasion komosy, nie zawierającej glutenu, a tym samym osłabiającej strukturę ciasta pszennego, która opiera się na siatce glutenowej.

Na podstawie przeprowadzonej oceny organoleptycznej pieczywa stwierdzono, że dodatek mąki z komosy czerwonej w ilości do 10% wpłynął korzystnie na walory smakowo-zapachowe otrzymanego pieczywa (tab. 2).

Tabela 2. Wyniki punktowej oceny jakościowej pieczywa

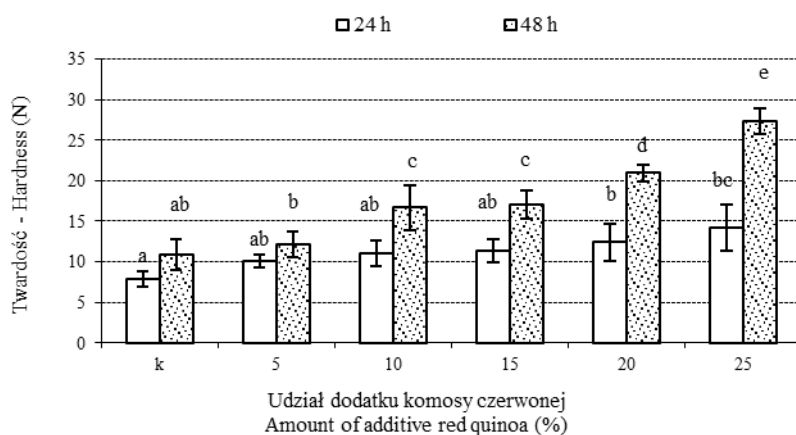
Table 2. Results of bread quality assessment

Cecha chleba Feature of bread	Udział dodatku – Amount of additive (%)						
	0	5	10	15	20	25	
Wygląd zewnętrzny External appearance	4,7±0,21 ^{a*}	4,8±0,32 ^a	4,6±0,55 ^a	3,9±0,65 ^b	3,9±0,68 ^b	3,2±0,52 ^c	
Skórka Crust	Barwa Colour	2,8±0,21 ^a	2,9±0,11 ^a	2,8±0,21 ^a	2,8±0,22 ^a	2,7±0,3 ^b	2,7±0,19 ^b
	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
	Powierzchnia Surface	3,9±0,21 ^a	3,8±0,23 ^a	2,8±0,31 ^b	2,8±0,51 ^b	2,8±0,65 ^b	2,8±0,51 ^b
Miękiśz Crumb	Elastyczność Elasticity	3,9±0,10 ^a	3,8±0,21 ^{ab}	3,8±0,15 ^{ab}	3,8±0,21 ^{ab}	3,7±0,18 ^b	3,7±0,12 ^b
	Porowatość Porosity	2,8±0,21 ^a	2,7±0,25 ^a	2,8±0,5 ^a	2,8±0,5 ^a	2,8±0,50 ^a	2,6±0,6 ^b
Pozostałe cechy miękiśzu: barwa, krajalność Other features of bread: colour, slicing ability	2,8±0,19 ^a	2,9±0,11 ^a	2,8±0,18 ^a	2,9±0,09 ^a	2,8±0,15 ^a	2,8±0,16 ^a	
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	38,8±0,16 ^a	38,6±0,20 ^a	37,4±0,31 ^a	36,8±0,33 ^a	36,3±0,41 ^a	35,3±0,33 ^a	

*wartości w wierszach oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$) – values in rows 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 for each test by 8 points according to recommendations of the standard PN-A-74108:1996, when no determinations of chemical properties of bread are performed).

Chleb charakteryzował się delikatnym, równomiernie porowatym mięksiszem, o bardzo dobrej krawalności oraz ciemniejszej barwie w porównaniu z chlebem kontrolnym. Wyższy dodatek mąki z komosy powodował głównie spadek objętości pieczywa, mięksisz był bardziej zbity a powierzchnia skórki matowa, natomiast pozostałe wyróżniki zmieniały się w niewielkim zakresie. Należy zauważyć, że pieczywo z dodatkiem mąki z komosy czerwonej w udziale 20 i 25% zostało dobrze ocenione, pomimo że otrzymało nieco niższe noty za smak i zapach, który był bardziej intensywny niż pieczywa kontrolnego. Pieczywo bez dodatku komosy oraz z 5% jego udziałem otrzymało odpowiednio: 38,8 oraz 38,6 punktów. Niewiele mniejszą łączną ilość punktów (średnio 37,4) przyznano pieczywu z 10% dodatkiem tego składnika. Natomiast wyroby z 15, 20 oraz 25% udziałem mąki z komosy czerwonej otrzymały odpowiednio: 36,8; 36,3 i 35,3 punktów.

Twardość mięksiszu pieczywa jest jednym z najczęściej określanych parametrów podczas oceny tekstury tego rodzaju wyrobów. Zaobserwowano, że wraz ze wzrostem udziału dodatku mąki z komosy czerwonej następował wzrost twardości mięksiszu pieczywa, zarówno przechowywanego przez 24 h, jak 48 h od momentu zakończenia wypieku (rys. 1). Najwyższy wzrost wartości tego parametru stwierdzono dla pieczywa z 20 i 25% udziałem komosy czerwonej po 48 h przechowywania, od 11,1 N (próba kontrolna) do odpowiednio: 21,0 i 27,4 N.



Rys. 1. Zmiany twardości mięksiszu pieczywa pod wpływem dodatku komosy czerwonej; wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie ($\alpha = 0,05$)

Fig. 1. Changes in bread crumb hardness under the influence of red quinoa; mean values designated with the same letters are not statistically different ($\alpha = 0.05$)

Wzrost twardości mięksiszu pieczywa wzbogaconego dodatkiem komosy może wynikać ze spadku objętości bochenka, a tym samym ze wzrostu gęstości mięki-

szu. Natomiast wyższa twardość po 48 h przechowywania była spowodowana czerstwieniem chleba.

WNIOSKI

1. Dodatek mąki z komosy czerwonej wpłynął istotnie na właściwości fizyczne ciasta. Na podstawie analizy alveograficznej stwierdzono, że ciasto z dodatkiem mąki z komosy czerwonej w porównaniu z ciastem pszennym było bardziej wytrzymałe mechanicznie, ale mniej rozciągliwe. Udział mąki z komosy czerwonej w ilości powyżej 10% powodował pogorszenie elastyczności ciasta.

2. Na podstawie wyników oceny farinograficznej wykazano, że dodatek mąki z komosy czerwonej do mąki pszennej nie wpływał na zmianę wodochłonności uzyskanych mieszanek mącznych. Otrzymane ciasta charakteryzowały się natomiast dłuższymi czasami rozwoju i na ogół wyższą stabilnością (za wyjątkiem 10 i 15% dodatku) w porównaniu z próbą kontrolną.

3. Ocena organoleptyczna wykazała, że pieczywo z dodatkiem mąki z komosy czerwonej w udziale do 10% nie różniło się jakościowo od pieczywa pszennego. Wyższy udział dodatku powodował nieznaczne pogorszenie cech jakościowych pieczywa (m.in. zmniejszenie objętości bochenka, pociemnienie barwy i zmniejszenie porowatości miękiszu).

4. Suplementacja mąki pszennej mąką z komosy czerwonej wpłynęła na wzrost twardości miękiszu pieczywa zarówno po 24 jak i 48 h od momentu zakończenia wypieku.

5. Przeprowadzone badania wskazują na możliwość zastosowania mąki z nasion komosy czerwonej jako częściowego zamiennika mąki pszennej w produkcji pieczywa. Udział tego dodatku nie powinien jednak przekraczać 10%.

PIŚMIENNICTWO

- Abramczyk D., 1997. Klasyfikacja jakościowa ziarna pszenicy w oparciu o parametry oceny alveograficznej. *Przeł. Zboż.-Młyn.*, 41,4, 8-12.
- Bhargava A., Sudhir S., Deepak O. 2006. *Chenopodium quinoa - an Indian perspective*. *Industrial Crops and Products* 23, 73-87.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., 2009. *Mity a nauka. Magiczne właściwości dzikich zbóż św. Hildegardy. Orkisz, szarłat, komosa ryżowa*, ISBN 978-83-60732-19-9, Wrocławskie Wydawnictwo Naukowe Atla, 2, 1-170.
- Comai S., Bertazzo A., Bailoni L., Zancato M., Costa C., Allegri G., 2007. The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. *Food Chemistry*, 100, 1350-1355.
- 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.
- Dziki D., Siastała M., Laskowski J., 2011. Ocena właściwości fizycznych pieczywa handlowego. *Acta Agrophysica*, 18 (2), 235-244.

- Edwards N.M., Gianibelli M.C., McCaig T.N., Clarke J.M., Ames N.P., Larroque O.R., Dexter J.E., 2007. Relationships between dough strength, polymeric protein quantity and composition for diverse durum wheat genotypes. *J. Cereal Sci.*, 45, 140-149.
- Elgeti D., Nordlohne S. D, Föste M., Besl M., Linden M.H, Heinz V., Jekle M, Becker T., 2014. Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *J. Cereal Sci.*, 59, 41-47.
- Iglesias-Puig E., Monedero V., Haros M., 2015. Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. *Food Science and Technology*, 60, 71-77.
- Jakubczyk T., Haber T. (red.), 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW-AR Warszawa, 268-267.
- 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.
- Lorenz K., Coulter L., 1991. Quinoa flour in baker products. *Plant Foods for Human Nutr.*, 41, 213-223.
- PN-EN ISO 21415-1: 2007 – Pszenica i mąka pszenna – Zawartość glutenu – Część 1: Oznaczanie ilości glutenu mokrego metodą ręcznego wymywania.
PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- PN-EN ISO 20483:2007 – Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – Oznaczanie zawartości azotu i przeliczanie na zawartość białka – Metoda Kjeldahla.
- PN-EN ISO 3093:2010 Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina – Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Perten.
- PN-EN ISO 5529:2010 – Pszenica – Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego – Test Zeleny'ego.
- PN-EN ISO 712:2009 – Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie wilgotności – Metoda odwoławcza.
- PN-ISO 5530-1:1999 – Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczanie wodochłonności i właściwości reologicznych za pomocą farinografu.
- PN-ISO 5530-4:2003 Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta. Oznaczanie właściwości reologicznych za pomocą alweografu w aparacie Chopin.
- Repo-Carrasco-Valencia R. A. M., Espinoza C., Jacobsen S.E. 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19, 179-189.
- Ruales J., Nair B. 1992. Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. *Plant Food Human Nutr.*, 42, 1-11.
- Sobczyk M., Malon A. 2009. Wpływ czasu zapiekania na jakość bułek kajzerek w technologii odroczonego wypieku. *Nauka, Przyroda, Technologie*, 3, 4, 1-11.
- Stikic R., Glamoclija D., Demin M, Vucelic-Radovic B., Jovanovic Z., Milojkovic-Opsenica D., Jacobsen S.E. Milovanovic M., 2012. Agronomical and nutritional evaluation of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) as an ingredient in bread formulations. *J. Cereal Sci.*, 55, 132-138.
- Su-Chuen Ng, Anderson A., Coker J., Ondrus M., 2007. Characterization of lipid oxidation products in quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Chem.*, 101, 185-192.
- Wright K.H., Pike O.A., Fairbanks D.J., Huber C.S., 2002. Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. *J. Food Sci.*, 67, 1383-1385.

CHANGES OF PHYSICAL PROPERTIES OF WHEAT DOUGH AND BREAD AS A RESULT OF RED QUINOA FLOUR ADDITION

Monika Siastala¹, Dariusz Dziki², Renata Różyło¹

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

²Department of Thermal Technology, 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 red quinoa addition on the physical properties of dough and wheat bread. The investigations were carried out on mixtures of wheat flour with milled red quinoa added at rates from 0 (control) to 25% (every 5%) in relation to the weight of the flour. The mixtures of wheat flour and quinoa were analysed in alveograph and farinograph test. The experimental baking was a small-scale straight-dough baking test. The bread was subjected to sensory assessment, and the bread crumb hardness was determined instrumentally 24 and 48 h after baking. It was found that the amount of red quinoa addition in wheat dough had a significant influence on the changes in physical properties described with alveograph parameters. The dough with the addition of red quinoa, compared with wheat dough, was more tenacious and also less extensible. Basing on the farinograph analysis it was shown that the addition of red quinoa did not affect the flour water absorption, which was on average 55.6%. Dough with an addition of red quinoa was characterised by longer time of development and higher stability in relation to the control. Considering the results of the sensory assessment, it was found that the bread containing red quinoa up to 10% was not different qualitatively from wheat bread, and a higher proportion of the additive caused a slight deterioration. Furthermore, the use of red quinoa flour as a partial replacement for wheat flour resulted in an increase of bread crumb hardness, and particularly at 20 and 25% of quinoa addition.

Key words: dough, wheat bread, red quinoa, quality