

WPLYW DODATKU MĄKI GRYCZANEJ DO MĄKI PSZENNEJ  
NA WYBRANE CECHY CIASTA I MIĘKISZU PIECZYWA

*Dariusz Dziki, Janusz Laskowski*

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Akademia Rolnicza  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: [dariusz.dziki@ar.lublin.pl](mailto:dariusz.dziki@ar.lublin.pl)

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań dotyczące wpływu dodatku mąki gryczanej (w ilości 10, 20, 30 i 40%) do mąki pszennej na cechy reologiczne (alweograficzne) ciasta oraz cechy mechaniczne miękiszu pieczywa. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem udziału mąki gryczanej zmniejszała się praca rozciągania ciasta (od 248 do 91 J·10<sup>-4</sup>) oraz rozciągliwość ciasta (z 89 do 21 mm), wzrastała natomiast sprężystość. Wzrost udziału mąki gryczanej powodował spadek objętości uzyskanego pieczywa, co miało zasadniczy wpływ na zmiany cech tekstury miękiszu. Stwierdzono statystycznie istotne i ujemne wartości współczynników korelacji między objętością pieczywa a twardością, elastycznością, żuwalnością i gumowatością miękiszu pieczywa. Największe zmiany określanych cech następowały przy 30 i 40% udziale mąki gryczanej. Również przy tym udziale uzyskano najniższe noty za ocenę organoleptyczną pieczywa. Wykazano ponadto szereg korelacji między cechami alweograficznymi ciasta a cechami mechanicznymi miękiszu pieczywa. Najsilniejsze i dodatnie zależności wystąpiły między parametrem P/L (iloraz sprężystości ciasta do jego rozciągliwości) a twardością, gumowatością i żuwalnością miękiszu.

Słowa kluczowe: gryka, ciasto, pieczywo, właściwości reologiczne, tekstura

WSTĘP

Pieczywo, jako podstawy produkt spożywczy w wielu krajach świata, produkowane jest w bardzo wielu asortymentach. Pomimo że w ostatnich latach obserwuje się w Polsce systematyczny spadek spożycia pieczywa, to nadal kształtuje się ono na wysokim poziomie i wynosi około 90 kg na osobę rocznie [6]. Coraz większym zainteresowaniem cieszą się wyroby z dodatkiem tzw. zbóż niechlebowych, które oprócz walorów smakowo-zapachowych podnoszą wartość odżywczą pieczywa. W ostatnich latach szczególne uznanie zdobywa gryka. W Polsce ziarno gryki jest uprawiane głównie na kaszę. Ale mąka gryczana jest

także wykorzystywana jako bezglutenowy dodatek do pieczywa, ciastek, makaronów, czy też różnego rodzaju przekąsek zbożowych. Ziarno gryki po obłuskaaniu jest także używane w całości do produkcji preparowanego ziarna (pieczonego lub parowanego), które następnie może być wykorzystywane jako dodatek do sałatek, zup czy deserów, lub też traktowane jako gotowy produkt do bezpośredniego spożycia na wzór preparowanego ziarna ryżu [5]. Z żywieniowego punktu widzenia ziarno gryki jest cennym źródłem białek o większej wartości żywieniowej niż białka zbóż [17]. Gryka jest także cennym źródłem mikroelementów, włókna oraz flawonoidów, m.in. rutyny [21]. Rutyna jest metabolitem o aktywności przeciwutleniającej, przeciwzapalnej i przeciwrakowej, ponadto wzmacnia ściany naczyń krwionośnych, zmniejsza ich przepuszczalność i zapobiega arteriosklerozie [20]. Ułatwia również przyswajanie witaminy C i powoduje zmniejszenie przepuszczalności ścian włoskowatych naczyń krwionośnych przeciwdziałając ich łamliwości [8,10].

Pomimo że gryka może być z powodzeniem wykorzystywana jako dodatek do pieczywa [1], niewiele prac dotyczy oceny właściwości reologicznych ciasta pszenno-gryczanego oraz cech mechanicznych pieczywa pszennego z udziałem mąki gryczanej. Dlatego w niniejszej pracy zajęto się tą tematyką.

#### MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano mąki handlowe: pszenną typ 550, wyprodukowaną przez firmę „Lubella” S.A. z Lublina oraz mąkę gryczaną pochodzącą z młyna państwa Małgorzaty i Piotra Wilar w miejscowości Tuczki. Dla mąki pszennej i gryczanej określono wilgotność [11] oraz wodochłonność przy wykorzystaniu konsystografu Sadkiewicza [18]. Dodatkowo dla mąki pszennej wyznaczono liczbę opadania [15] oraz ilość i rozpląwalność glutenu [13]. Do badań pobrano mąkę pszenną oraz mieszaninę mąki pszennej z 10, 20, 30 i 40% udziałem mąki gryczanej. Pierwsza część badań objęła określenie właściwości reologicznych ciasta przy wykorzystaniu alweografu firmy Chopin, zgodnie z obowiązującymi wymaganiami [16]. Wyznaczono następujące parametry: pracę odkształcenia ciasta ( $W$ ), parametr maksymalnego ciśnienia (sprężystość ciasta), odpowiadający odporności ciasta na odkształcenie ( $P$ ), rozciągliwość ciasta ( $L$ ), współczynnik konfiguracji wykresu ( $P/L$ ) oraz współczynnik elastyczności ( $Ie$ ). W drugiej części badań przeprowadzono próbny wypiek laboratoryjny i określono cechy uzyskanego pieczywa. Próbny wypiek przeprowadzono metodą bezpośrednią Instytutu Piekarnictwa w Berlinie [4], biorąc każdorazowo do sporządzenia ciasta po 400 g mąki. Otrzymane pieczywo po ostygnięciu zważono i określono objętość, przy wykorzystaniu aparatu Sa-Wy [18], a następnie przeprowadzono ocenę organoleptyczną, która obejmowała ocenę wyglądu pieczywa, barwy, grubości

skórki, elastyczności i porowatości miękiszu oraz smaku i zapachu [14]. W dalszej części badań przy użyciu krajalnicy cięto pieczywo na kromki o grubości 1 cm, z których wycinano kwadraty o długości boku 2 cm. Następnie określano cechy tekstury miękiszu tak przygotowanych próbek pieczywa (test TPA) przy wykorzystaniu maszyny wytrzymałościowej ZWICK Z020/TN2S, zgniatając je w 80% [19]. Określono następujące cechy miękiszu pieczywa: twardość, elastyczność, spoistość, gumowatość oraz zuwalność. Pomiary przeprowadzono w 10 powtórzeniach dla każdej próby miękiszu.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej. Przeprowadzono jednoczynnikową analizę wariancji, a istotność różnic między średnimi określono, wykorzystując test Tukey'a. Wyznaczono także współczynniki korelacji liniowej Pearsona. Przyjęto poziom istotności  $\alpha = 0,05$ . Analizę statystyczną przeprowadzono, wykorzystując program Statistica 5,0 PL firmy StatSoft Polska.

#### WYNIKI BADAŃ

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że liczba opadania dla mąki pszennej wynosiła 425 s, zawartość glutenu 26%, a jego rozplywalność 8 mm. Uzyskane wartości były zgodne z wymaganiami PN-A-74022:2003 [12]. Wodochłonność mąki pszennej i gryczanej kształtowała się na zbliżonym poziomie (odpowiednio 58 i 59%). Na podstawie uzyskanych badań alweograficznych (tab. 1) mąkę pszenną można zakwalifikować jako chlebową [7]. Dodatek mąki gryczanej do mąki pszennej miał istotny wpływ na zmianę cech reologicznych ciasta opisanych parametrami alweograficznymi. Wraz ze wzrostem udziału mąki gryczanej wzrastała sprężystość ciasta ( $P$ ). Jednak istotny statystycznie wzrost sprężystości zaobserwowano dopiero przy 30% dodatku mąki gryczanej. Ponadto dodatek mąki gryczanej powodował znaczny spadek rozciągliwość ciasta  $L$  (ponad czterokrotny przy 40% dodatku mąki gryczanej) oraz pracy odkształcenia ( $W$ ). Zmniejszył się także współczynnik elastyczności ( $Ie$ ), a przy dodatku mąki gryczanej wynoszącym 30 i 40%, ze względu na zbyt duże osłabienie ciasta, współczynnika tego nie dało się wyznaczyć (tab. 1). Osłabienie to można tłumaczyć tym, że mąka gryczana nie zawiera glutenu, bądź zawiera jego bardzo małe ilości, co jest główną przyczyną zmian właściwości reologicznych ciasta pszennego, którego składniki białkowe tworzą w cieście trójwymiarową strukturę gąbczasto-siatkową decydującą o właściwościach fizycznych ciasta. Dojczew i in. [1] badali cechy ciasta pszennego, wykorzystując farinograf i stwierdzili, że dodatek mąki gryczanej w ilości 10 i 20% w niewielkim stopniu oddziałuje na jego właściwości.

Ocena cech ciasta przy wykorzystaniu alweografu dostarcza cennych informacji odnośnie przydatności technologicznej danej odmiany pszenicy, jak i właściwości wypiekowych uzyskanej z niej mąki. Laskowski i Różyło [9] wykazali

także przydatność parametrów alweograficznych do oceny mąki pszennej o różnym stopniu uszkodzenia skrobi. Stwierdzono również dodatnią zależność między wodochłonnością mąki, parametrem decydującym między innymi o wydajności pieczywa, a pracą odkształcenia ciasta  $W$  [3]. Du-ShuangKui i inni [2] badali właściwości reologiczne ciasta uzyskanego z mąki pszennej i gryczanej i zaobserwowali, że lepkość ciasta uzyskanego z mąki gryczanej jest znacznie wyższa niż lepkość ciasta z mąki pszennej. Wykazali ponadto, że dodatek mąki gryczanej w ilości do 30% do mąki pszennej wpływa korzystnie na jej właściwości technologiczne.

**Tabela 1.** Wpływ dodatku mąki gryczanej ( $m_g$ ) na cechy reologiczne ciasta pszennego  
**Table 1.** Influence of buckwheat flour addition ( $m_g$ ) on wheat dough rheological properties

$m_g$ (%)	$W$ ( $J \cdot 10^{-4}$ )	$P$ (mm)	$L$ (mm)	$P/L$	$Ie$ (%)
0	248 <sup>a</sup>	81 <sup>a</sup>	89 <sup>a</sup>	0,91 <sup>a</sup>	60 <sup>a</sup>
10	173 <sup>b</sup>	79 <sup>a</sup>	60 <sup>b</sup>	1,30 <sup>b</sup>	50 <sup>b</sup>
20	126 <sup>c</sup>	79 <sup>a</sup>	42 <sup>c</sup>	1,88 <sup>c</sup>	40 <sup>c</sup>
30	87 <sup>d</sup>	87 <sup>b</sup>	23 <sup>d</sup>	3,74 <sup>d</sup>	–
40	91 <sup>d</sup>	99 <sup>c</sup>	21 <sup>d</sup>	4,74 <sup>e</sup>	–

$m_g$  – udział mąki gryczanej/buckwheat flour content,  $W$  – praca odkształcenia ciasta/deformation energy of dough,  $P$  – sprężystość/tenacity,  $L$  – rozciągliwość/extensibility,  $P/L$  – współczynnik konfiguracji wykresu/curve configuration ratio,  $Ie$  – współczynnik elastyczności/index of elasticity.

\* wartości średnie oznaczone w poszczególnych kolumnach tabeli różnymi literami są istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ ) – \*values designated by different letters in the Table columns are significantly different ( $\alpha = 0.05$ ).

Objętość pieczywa zmniejszała się wraz ze wzrostem udziału mąki gryczanej od 765 do 553 cm<sup>3</sup> ( $r = -0,966$ ). Stwierdzono ujemne i istotne statystycznie współczynniki korelacji między objętością pieczywa a parametrami alweograficznymi, takimi jak: praca odkształcenia ciasta ( $r = -0,97$ ), rozciągliwość ciasta ( $r = -0,93$ ), oraz współczynnik  $P/L$  ( $r = -0,99$ ).

Ocena organoleptyczna pieczywa wykazała, że 10 i 20% dodatek mąki gryczanej wpłynął korzystnie na cechy smakowo-zapachowe chleba. Również takie wyróżniki, jak barwa, grubość i powierzchnia skórki oraz elastyczność miększu kształtowały się na wysokim poziomie. Próby charakteryzowały się równomiernie zabarwionym, delikatnym i bardzo dobrze krojącym się miększem. Natomiast dodatek mąki gryczanej w ilości 30 i 40% obniżył już znacznie cechy jakościowe pieczywa. Pieczywo było słabo wyrosnięte, a miękisz był zbity i suchy. Wyniki punktowej oceny pieczywa przedstawiono w tabeli 2.

Na podstawie pomiarów cech mechanicznych pieczywa stwierdzono, że ze wzrostem udziału mąki gryczanej zwiększała się twardość, elastyczności, oraz gumowatości miększu. Zmniejszała się natomiast jego spoistość (tab. 3). Należy

zauważyć, że największe zmiany tych cech w odniesieniu do próby kontrolnej (pieczywo tylko z mąki pszennej) następowały przy 30 i 40% udziale mąki gryczanej. Zmiany cech mechanicznych pieczywa były w głównej mierze spowodowane zmniejszeniem jego objętości na skutek dodatku składnika bezglutowego, jakim jest mąka gryczana. Wykazano ujemne korelacje między objętością pieczywa a określonymi cechami tekstury mięksizu. Jedyne zależność między objętością a spoistością mięksizu była dodatnia (tab. 4).

**Tabela 2.** Wyniki j oceny jakościowej pieczywa (punkty)

**Table 2.** The results of bread quality assessment (points)

Cecha – Feature	Udział mąki gryczanej – Buckwheat flour addition (%)				
	0	10	20	30	40
Wygląd zewnętrzny Outward appearance	5	5	5	4	4
Barwa skórki Colour of crust	3	3	3	3	3
Grubość skórki Thickness of crust	4	4	4	4	4
Powierzchnia skórki Surface of crust	4	4	4	3	3
Elastyczność mięksizu Elasticity of crumb	4	4	4	3	3
Porowatość mięksizu Porosity of crumb	4	4	4	4	4
Pozostałe cechy mięksizu Other features of crumb	4	4	4	3	3

**Tabela 3.** Wpływ dodatku mąki gryczanej ( $m_g$ ) na cechy mechaniczne mięksizu pieczywa

**Table 3.** Influence of buckwheat flour addition ( $m_g$ ) on mechanical properties of bread crumb

$m_g$ (%)	Twardość Hardness	Elastyczność Springiness	Spoistość Cohesiveness	Gumowatość Gumminess	Żuwalność Chewiness
0	50,7 <sup>a</sup>	9,4 <sup>a</sup>	0,48 <sup>a</sup>	24,0 <sup>a</sup>	225,0 <sup>a</sup>
10	78,8 <sup>a</sup>	9,3 <sup>a</sup>	0,37 <sup>b</sup>	28,5 <sup>a</sup>	262,6 <sup>a</sup>
20	86,8 <sup>a</sup>	9,1 <sup>a</sup>	0,41 <sup>c</sup>	35,2 <sup>a</sup>	320,8 <sup>a</sup>
30	156,6 <sup>b</sup>	9,6 <sup>a</sup>	0,33 <sup>d</sup>	52,2 <sup>b</sup>	497,2 <sup>b</sup>
40	215,7 <sup>c</sup>	10,6 <sup>b</sup>	0,30 <sup>e</sup>	65,3 <sup>c</sup>	690,3 <sup>c</sup>

\*średnie oznaczone w poszczególnych kolumnach tabeli różnymi literami są istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ ),

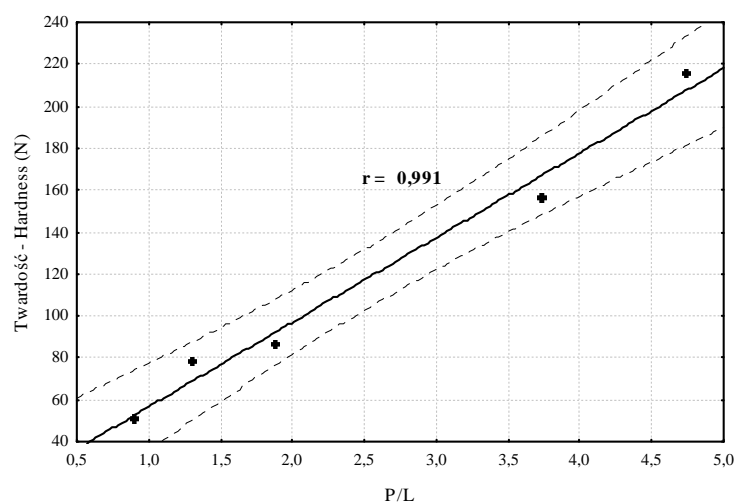
\*values designated by different capital letters in the Table columns are significantly different ( $\alpha = 0.05$ ).

**Tabela 4.** Współczynniki korelacji liniowej między objętością pieczywa a cechami mechanicznymi miększu oraz wartość parametru  $p$ .

**Table 4.** The correlation coefficients between volume of bread and mechanical properties of crumb and  $p$ -value

Cecha	Twardość Hardness	Elastyczność Springiness	Spoistość Cohesiveness	Gumowatość Gumminess	Żuwalność Chewiness
$r$	-0,824	-0,574	0,757	-0,764	-0,806
wartość $p$	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001

Wykazano ponadto szereg korelacji między cechami alveograficznymi ciasta a cechami mechanicznymi miększu pieczywa. Najsilniejsze zależności wystąpiły między parametrem  $P/L$  (iloraz sprężystości ciasta do jego rozciągliwości) a twardością gumowatością, żuwalnością i ściśliwością miększu. We wszystkich przypadkach współczynnik korelacji przekroczył wartość 0,98. Przykładową zależność przedstawiono na rysunek 1.



**Rys. 1.** Zależność między parametrem  $P/L$  a twardością miększu pieczywa

**Fig. 1.** Relation between  $P/L$  parameter and hardness of bread crumb

## WNIOSKI

1. Dodatek mąki gryczanej do mąki pszennej w znacznym stopniu wpływa na zmianę cech reologicznych ciasta. Wraz ze wzrostem udziału mąki gryczanej zmniejsza się praca rozciągania ciasta (od 248 do 91  $J \cdot 10^{-4}$ ) oraz rozciągliwość ciasta (z 89 do 21 mm). Wzrasta natomiast sprężystość, jednak istotne zmiany następują dopiero dla próbek z udziałem mąki gryczanej 30 i 40% (wzrost o 7 i 22%).

2. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem dodatku mąki gryczanej do mąki pszennej zmniejsza się objętość uzyskanego pieczywa. Przy czym największe zmiany objętości (spadek o 20 i 40% w odniesieniu do pieczywa uzyskanego wyłącznie z mąki pszennej) zaobserwowano przy 30 i 40% udziale mąki gryczanej.

3. Ocena organoleptyczna wykazała, że pieczywo pszenne z 10 i 20% udziałem mąki z gryki charakteryzuje się specyficznym przyjemnym smakiem oraz zapachem i jest do zaakceptowania. Natomiast większy dodatek gryki ma już niekorzystny wpływ na cechy jakościowe pieczywa.

4. Zmniejszenie objętości pieczywa na skutek dodatku do mąki gryczanej mąki pszennej powodowało wzrost twardości, elastyczności, gumowatości, i żuwalności miękiszu, zmniejszała się natomiast spoistość. Przy czym największe zmiany tych cech, podobnie jak właściwości reologicznych ciasta, zaobserwowano przy 30 i 40% udziale mąki gryczanej.

5. Wykazano szereg korelacji między cechami alweograficznymi ciasta a cechami mechanicznymi miękiszu pieczywa. Najsilniejsze i dodatnie zależności wystąpiły między parametrem  $P/L$  (iloraz sprężystości ciasta do jego rozciągliwości) a twardością, elastycznością, gumowatością i żuwalnością miękiszu.

6. Dodatek mąki gryczanej do mąki pszennej istotnie wpływa na określone cechy ciasta i pieczywa. Jednak w celu dokładniejszego poznania tych oddziaływań muszą być przeprowadzone dalsze prace, dotyczące min. dodatku mąki gryczanej do mąki pszennej o różnych parametrach jakościowych (miedzy innymi różnej zawartości białka).

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Dojczew D., Kosziewicz D., Lewczuk J.:** Wpływ dodatków naturalnych na jakość pieczywa pszennego. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 7, 35-37, 1996.
2. **Du-ShuangKui, Li-ZhiXi, Yu-XiuZhu, Li-YanPing, Du-SK, Li-ZX, Yu-XZ, Li-YP:** Rheological characteristics of the mixture of buckwheat and wheat flour. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 19(3), 50-53, 2003.
3. **Dziki D., Laskowski J.:** Ocena właściwości reologicznych ciasta przy wykorzystaniu konsystografu i alweografu. Acta Agrophysica 82, 23-32, 2003.
4. **Jakubczyk T., Haber T.:** Analiza zbóż i przetworów zbożowych. AR, Warszawa, 268-278, 1983.
5. **Janick J.:** Perspectives on new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA, 26-27, 1999.
6. **Jarosz K.:** Pieczywo podstawowym produktem spożywczym. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 10, 20-21, 1999.
7. **Jurga R.:** Jakość pszenicy i mąki we Francji. Przegląd Piekarski i Cukierniczy 5, 33, 2000.
8. **Kitabayashi H., Ujihara A., Hirose T., Minami M.:** Varietal differences and heritability for rutin content in common buckwheat, *Fagopyrum esculentum* Moench. Breed. Sci., 45, 75-79, 1995.
9. **Laskowski J., Różyło R.:** Ocena wpływu stopnia uszkodzenia askrobi w mące pszennej na właściwości reologiczne (alweograficzne) ciasta. Acta Agrophysica, 4(2), 373-380, 2004.
10. **Ohsawa R., Tsutsumi T.:** Inter-varietal variations of rutin content in common buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* Moench). Euphytica, 86, 183-189, 1995.

11. PN-A-74010:1991: Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie wilgotności.
12. PN-A-74022:2003: Przetwory zbożowe. Mąka pszenna.
13. PN-A-74043-1: Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie glutenu mokrego.
14. PN-A-74108:1996: Pieczywo. Metody badań.
15. PN-ISO 3093:1996: Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
16. PN-ISO 5530-4:2004. Mąka pszenna (*Triticum aestivum* L.). Fizyczne właściwości ciasta. Część 4: Oznaczenie właściwości reologicznych za pomocą alveografu.
17. **Pomeranz Y., Robbins G. S.:** Amino acid composition of buckwheat. J. Agric. Food Chem., 20, 270-274, 1972.
18. **Sadkiewicz K., Sadkiewicz J.:** Urządzenia pomiarowo-badawcze dla przetwórstwa zbożowo-mącznego. AT-R Bydgoszcz, 103-105, 1998.
19. **Steffe J.F.:** Rheological methods in food process engineering. Freeman Pres, USA, 73-74, 1996.
20. **Sun T., Ho C.:** Antioxidants activities of buckwheat extracts. Food Chem., 90, 743-749, 2005.
21. **Zheng G. H., Sosulski F. W., Tyler R. T.:** Wet-milling, composition and functional properties of starch and protein isolated from buckwheat groats. Food Res. Int., 30 (7), 493-502, 1998.

## THE INFLUENCE ON BUCKWHEAT FLOUR ADDITION ON SELECTED PROPERTIES OF WHEAT DOUGH AND BREAD CRUMB

*Dariusz Dżiki, Janusz Laskowski*

Department of Machine Operation in Food Industry, Agriculture University  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: [dariusz.dziki@ar.lublin.pl](mailto:dariusz.dziki@ar.lublin.pl)

**Abstract.** The paper presents the results of investigation of buckwheat flour addition to wheat flour and its effect on wheat dough rheological (alveograph) properties and on the mechanical properties of bread crumb. The results showed that buckwheat flour addition of from 10 to 40% caused a decrease of the deformation energy of wheat dough (from 248 to 91 J·10<sup>-4</sup>) and of the extensibility of dough (from 89 to 21 mm), but tenacity increased. The loaf volume decreased with the addition of buckwheat flour and it had a significant influence on bread crumb texture changes. Statistically significant and negative correlations were found between loaf volume and mechanical parameters described of bread crumb texture (hardness, springiness, chewiness, gumminess). The highest changes of this parameters were observed when the percentage of buckwheat flour was 30 and 40%. Also for those percentages the lowest notes were obtained for organoleptic assessment of bread. Moreover, a number of correlations were found between the rheological properties of dough and the mechanical properties of bread crumb. The strongest and positive dependences were observed between *P/L* ratio (the ratio of dough tenacity to dough extensibility) and such crumb parameters as hardness, gumminess and chewiness.

**Keywords:** buckwheat, dough, bread, rheological properties, texture