

Angelika Zys, Zbigniew Garncarek

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

e-mails: angelika.zys@ue.wroc.pl; zbigniew.garncarek@ue.wroc.pl

JAKOŚĆ PIECZYWA GRYCZANEGO Z DODATKIEM MĄK BEZGLUTENOWYCH

QUALITY OF BUCKWHEAT BREAD WITH ADDED GLUTEN-FREE FLOUR

DOI: 10.15611/pn.2017.494.22

JEL Classification: L66

Streszczenie: Opracowanie nowych produktów żywnościowych o specjalnych funkcjach zdrowotnych jest wyzwaniem dla współczesnego przemysłu spożywczego. Gryka jest cennym surowcem do produkcji żywności funkcjonalnej oraz specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Podjęto próbę otrzymania nowego rodzaju wypieku powstałego z fermentacji całych ziaren kaszy gryczanej białej z dodatkiem mąk z szarłat, ciecierzycy, kasztana, gryki i kukurydzy. Zbadano wpływ rodzaju i wielkości dodatku mąk bezglutenowych na profil tekstury, wilgotność, kwasowość, właściwości miększu, barwę miększu i skórki oraz właściwości sensoryczne pieczywa bezglutenowego. Najlepszym parametrem charakteryzującym właściwości strukturalne i sensoryczne otrzymanego pieczywa okazał się produkt otrzymany z kaszy gryczanej białej z dodatkiem mąki z szarłat lub kasztana w ilości 10%.

Słowa kluczowe: kasza gryczana, pieczywo bezglutenowe, kasztan, kukurydza, ciecierzycy, szarłat.

Summary: Development of new food products with special health functions is a challenge for the modern food industry. Buckwheat is a valuable raw material used for the production of functional food and special nutritional purposes. The development of new food products with special health properties is growing and it is a challenge for the modern food industry. An attempt was made to create a new type of bread resulting from the fermentation of white buckwheat whole grains with addition of various kinds of flours such as amaranth, chickpeas, chestnuts, buckwheat and maize. The effects of the type and amount of gluten-free flour on the texture profile, moisture content, acidity, crumb feature, crumb and skin color and sensory properties of bread was investigated. The best results characterizing the structural and sensory properties proved to have a product produced from buckwheat groats with 10% addition of either amaranth or chestnut flour.

Keywords: buckwheat, gluten-free bread, chestnut, corn, chickpeas, pigweed.

1. Wstęp

W 2012 roku określono i usystematyzowano wszystkie zaburzenia związane z glutenem. Obecnie wyróżnia się pięć wskazań medycznych, w których konieczne jest stosowanie diety bezglutenowej, są to: alergia na pszenicę, nieceliakalna nadwrażliwość na gluten, ataksja związana z glutenem, choroba Dührunga oraz celiakia [Sapone, Bal, Ciacci 2012]. Celiakia jest najpoważniejszą nietolerancją pokarmową człowieka, występuje głównie u osób rasy białej, zwłaszcza w Europie Północnej i Środkowej [Fasano, Flaherty 2016]. Szacuje się, że na tę dolegliwość cierpi przynajmniej 1 na 100 osób. W Polsce wykrywa się jedynie niewielki odsetek wszystkich przypadków osób chorych na celiakię. Dolegliwość ta dotyka ok. 380 000 osób, z czego ogromna większość, bo aż 360 000, nie jest świadoma choroby [Stowarzyszenie osób... 2016]. Wynika to głównie z tego, że chorzy z klasycznymi objawami stanowią mniejszość, bardzo dużo przypadków zaś z objawami nietypowymi nie zostaje właściwie zdiagnozowanych [Jarosz, Wierzejska 2016]. Pomocne w leczeniu przyczynowym glutenoależnych chorób jest wprowadzenie do diety produktów na bazie gryki. Światowa produkcja żywności bezglutenowej osiągnęła w 2010 r. poziom 2,5 bln dolarów amerykańskich. Z każdym rokiem rośnie zainteresowanie schorzeniami związanymi ze spożyciem glutenu [Placek (red.) 2015].

Zastosowanie gryki jako surowca do otrzymywania żywności bezglutenowej wzbogaca produkt w cenne składniki odżywcze. Gryka charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą, jest bogata w białko bezglutenowe o dobrze zbilansowanym składzie aminokwasowym, błonnik pokarmowy oraz mikroelementy (żelazo, miedź, chrom, cynk, kobalt) i witaminy. Białko gryki charakteryzuje się wysoką jakością (stanowi ponad 80% wartości żywieniowej białka jaja kurzego), a ponadto gryka wykazuje właściwości antyoksydacyjne (zawiera rutynę, izowiteksynę i kwercetynę) [Takahama, Tanaka, Hirota 2010; Quettier-Deleu i in. 2000], wspomaga perystaltykę jelit i charakteryzuje się niskim indeksem glikemicznym oraz zawiera fagopirynę, która wpływa na zwiększenie wrażliwości komórek ustroju na działanie insuliny [Arendt, Zannini (red.) 2013; Harasym 2009].

Ciasto otrzymane z bezglutenowych surowców jest mało spoiste, niesprężyste, nie wyrasta, co znacznie utrudnia jego formowanie i może powodować niedostateczne spulchnianie. Dostępne na rynku produkty bezglutenowe są uzupełniane o substancje wspomagające wzrost ciasta, zagęszczające czy emulgatory, aby można było uzyskać w pewnym stopniu strukturę wypieku podobną do pieczywa z glutenem [Ahlborn i in. 2005; Gallagher, Gormley, Arendt 2003; Moore i in. 2004; Schober i in. 2004]. Substancje te czynią produkty wysoce przetworzonymi, często o wysokim indeksie glikemicznym, co nie jest wskazane przy cukrzycy typu 1, która często jest chorobą współwystępującą z celiakią [Kunachowicz (red.) 2017].

Specyfika surowców bezglutenowych nie pozwala na wprowadzenie do ciasta odpowiedniej ilości wody, która zapewniłaby uzyskanie pieczywa o prawidłowej wilgotności. W związku z tym chleby bezglutenowe (zwłaszcza produkowane na

bazie skrobiowych surowców) bardzo szybko tracą świeżość i są postrzegane jako te o niższej jakości [Kunachowicz (red.) 2017]. Krytycznym parametrem produktów bezglutenowych jest zawartość wody. Prowadzi to do całkowitej zmiany ich właściwości reologicznych i wymusza wyjątkową ostrożność w doborze surowców i procesie produkcji ze względu na brak naturalnej siatki glutenowej w takich wypiekach [Hamelman 2013]. Wykorzystanie gryki do produkcji pieczywa wymaga poprawy jego właściwości reologicznych. Na rynku istnieje stosunkowo niewiele produktów otrzymanych tylko na bazie gryki. Najczęściej jest ona jedynie dodatkiem do produktów bezglutenowych, w ilości kilku procent. Obecnie tylko jeden zagraniczny producent (Dr. Schär AG/SPA, Winkelau 9, 39014 Burgstall (BZ), Italy) oferuje na polskim rynku pieczywo otrzymane z niewielkim dodatkiem (7%) z kaszy gryczanej.

Nowe możliwości w zakresie otrzymywania pieczywa bezglutenowego może stwarzać zastosowanie całej, niepalonej kaszy gryczanej jako głównego surowca. Dodatek niewielkiej ilości mąki bezglutenowej, pochodzącej z innych zbóż niechlebowych, może z kolei przyczynić się do poprawy lub modyfikacji jakości otrzymanego pieczywa. Celem pracy były badania nad otrzymanie pieczywa bezglutenowego z całych ziaren kaszy gryczanej i dodatkiem różnych mąk bezglutenowych w ilości nieprzekraczającej 30%.

2. Materiały i metody badań

Do badań wykorzystano całe ziarna kaszy gryczanej białej niepalonej z dolnośląskiego gospodarstwa ekologicznego oraz mąki z: kukurydzy (kuku), ciecierzycy (ciecie), szarłatu pełnoziarnistego (dalej nazywany szarł), gryki (gry) oraz z kasztana (kaszt). Pieczywo podstawowe było otrzymane w 100% z kaszy gryczanej (gry100).

Ziarna kaszy były zalane wodą (1:1 w stosunku do masy suchych ziaren) i namaczane przez 24 godziny, poddawane spontanicznej fermentacji, a następnie miksowane. Do tak powstałego ciasta dodawano 10% (kuku10, ciecie10, szarł10, gry10, kaszt10) lub 30% (kuku30, ciecie30, szarł30, gry30, kaszt30) mąki (w stosunku do zmiksowanej masy ciasta) i pozostawiano na 12 godzin. Kolejnego dnia przenoszono ciasto do foremek (100 g masy wypiekowej), w których następował rozrost przez 12 godzin. Następnie wypiekano przez 17 minut produkty w foremkach w temperaturze 220° C. Po wypieczeniu masy zmierzono wzrost chleba (cm) każdej próbki w przekroju na środku każdego pieczywa.

Charakterystykę właściwości miększu przeprowadzono metodą analizy obrazu za pomocą programu Image Tool v.2.0 (University of Texas Health Science Centre, San Antonio, Texas) [Pongjaruvat i in. 2014].

Analizę profilu tekstury przeprowadzono na próbkach otrzymanych wypieków, z których wycięto kostki o wymiarach na 20 mm × 20 mm. Przy użyciu penetrometru (Petrotest INKOM PNR 20) wykonano klasyczny test TPA. Przedstawione

wyniki są średnimi z pomiarów i są wyrażone jako sprężystość, twardość, spoistość, gumiastość oraz żywalność [Renzetti i in. 2008].

Do oznaczenia wilgotności zastosowano metodę suszarkową. W tym celu próbki miękiszu o wadze 10 g suszono w temperaturze 130°C przez godzinę. Pomiar wykonano trzykrotnie, a wyniki są wartością średnią.

Kwasowość otrzymanych wypieków oznaczono metodą miareczkową. Wodne wyciągi otrzymane z 25 g miękiszu miareczkowano 0,1-molowym roztworem NaOH wobec fenoloftaleiny. Oznaczenia wykonano trzykrotnie dla każdego wypieku.

Pomiar barwy skórki i miękiszu został wykonany kolorymetrem – aparatem Minolta (KONICA CR-400). Barwę wyrażono wartościami Huntera w układzie L* (0=czarny, 100=biały) a* (+wartość=czerwony, –wartość=zielony) b* (+wartość=żółty, –wartość=niebieski). Pomiaru dokonano w trzech równoległych odległościach skórki i miękiszu, na środku chleba, a wyniki są wartością średnią [Pongjaruvat i in. 2014].

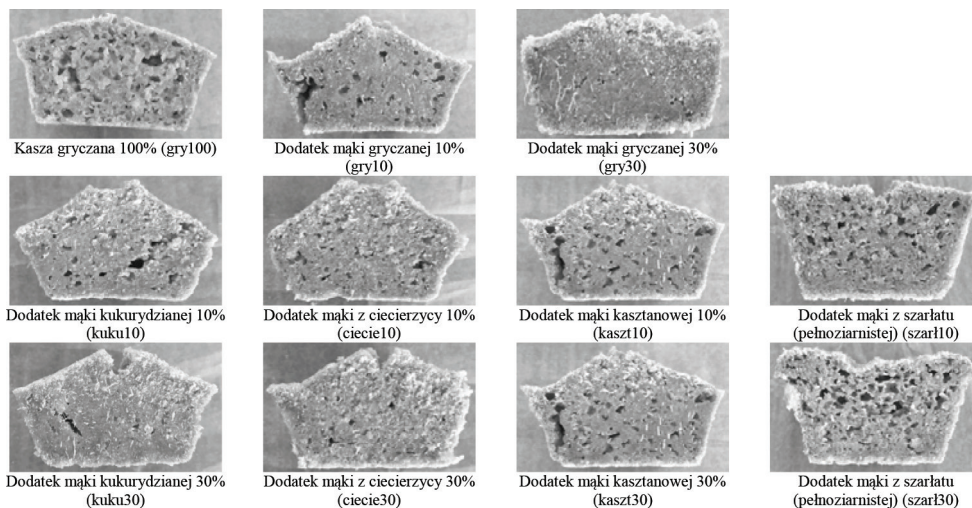
Analiza sensoryczna została przeprowadzona przez zespół oceniający składający się z 9 osób o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej i wykonana z użyciem 9-punktowej dwukierunkowej skali hedonicznej (1-9 punktów, punkt neutralny=5). Ocenie podano wygląd, miękkość, zapach, smak oraz ogólną akceptację pieczywa [Renzetti i in. 2008].

Do określenia istotności różnic danych zastosowano analizę wariancji (ANOVA) i test Duncana (poziom istotności $p \leq 0,05$). Wszystkie analizy statystyczne zostały przeprowadzone z użyciem programu STATISTICA 12®.

3. Wyniki i dyskusja

Na rys. 1 przedstawiono przekroje otrzymanych wypieków. Zaobserwowano, że pieczywo z 30-procentowym dodatkiem każdej z mąk bezglutenowych charakteryzuje się bardziej zwartą konsystencją i mniej widocznymi porami niż pieczywo z 10-procentowym udziałem mąk bezglutenowych. Dodatek każdej mąki (w ilości 30%) do ciasta otrzymanego z kaszy gryczanej pogarszał właściwości wypiekowe pieczywa. Pieczywo otrzymane z dodatkiem 10% mąki wykazywało lepszy wzrost o 12% niż pieczywo otrzymane z udziałem mąki bezglutenowej w ilości 30%. Najlepszym wzrostem charakteryzowało się pieczywo z 10-procentowym udziałem mąki z szarłat (pełnoziarnistego).

Analizując dane zawarte w tab. 1, można stwierdzić, że dodatek mąk bezglutenowych do kaszy gryczanej powodował zwiększenie liczby por oraz zmniejszanie ich rozmiaru. Należy jednak stwierdzić, że w każdym przypadku pory były nierównomierne (duże wartości oddychania standardowego). Obok dużej liczby drobnych por występowały pojedyncze o dużych rozmiarach, co zakłócało jednolitość miękiszu. Średnie rozmiary por otrzymanych wypieków były zbliżone do tych, które uzyskali Pongjaruvat i wsp. [2014] dla chlebów bezglutenowych otrzymanych na bazie mąki z ryżu jaśminowego z dodatkiem skrobi z tapioki oraz użyciem transglu-



Rys. 1. Obrazy przedstawiające strukturę otrzymanego pieczywa

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 1. Właściwości mięksiszu chleba otrzymanego z kaszy gryczanej z dodatkiem różnych mąk bezglutenowych na podstawie analizy obrazu

Rodzaj wypieku	Gęstość por (liczba por \times cm ⁻²)	Średni wymiar por (mm ²)	Frakcja por (%)
Gry100	67,36 \pm 3,75 ^a	1,45 \pm 26,07 ^a	89,35 \pm 6,17 ^{ac}
Gry10	127,08 \pm 40,86 ^c	0,67 \pm 13,32 ^a	68,31 \pm 19,40 ^{bcd}
Ciecie10	106,67 \pm 14,82 ^{ac}	0,68 \pm 13,26 ^a	69,80 \pm 6,20 ^{bcd}
Kaszt10	99,82 \pm 29,15 ^{ac}	0,96 \pm 19,79 ^a	80,34 \pm 3,23 ^{abcd}
Kuku10	143,54 \pm 21,62 ^{bc}	0,74 \pm 15,01 ^a	81,66 \pm 7,77 ^{abcd}
Szarł10	94,42 \pm 4,53 ^{ac}	0,71 \pm 13,95 ^a	74,70 \pm 5,82 ^{ad}
Gry30	143,87 \pm 11,26 ^c	0,32 \pm 2,83 ^a	43,63 \pm 9,23 ^e
Ciecie30	184,69 \pm 28,50 ^b	0,55 \pm 13,99 ^a	76,52 \pm 8,13 ^{abcd}
Kaszt30	142,09 \pm 33,83 ^{bc}	0,33 \pm 3,69 ^a	44,13 \pm 9,85 ^e
Kuku30	222,81 \pm 29,94 ^b	0,38 \pm 8,91 ^a	60,90 \pm 9,45 ^{bc}
Szarł30	54,26 \pm 5,76 ^a	1,76 \pm 13,95 ^a	92,78 \pm 1,97 ^{ad}

Różne oznaczenia literowe wskazują występowanie różnic istotnych statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Źródło: opracowanie własne.

taminazy, a także dla tradycyjnego pieczywa pszennego, które badali Magdić i in. [2006] oraz Švec i Hrušková [2004]. Pieczywo uzyskane z dodatkiem mąki gry-

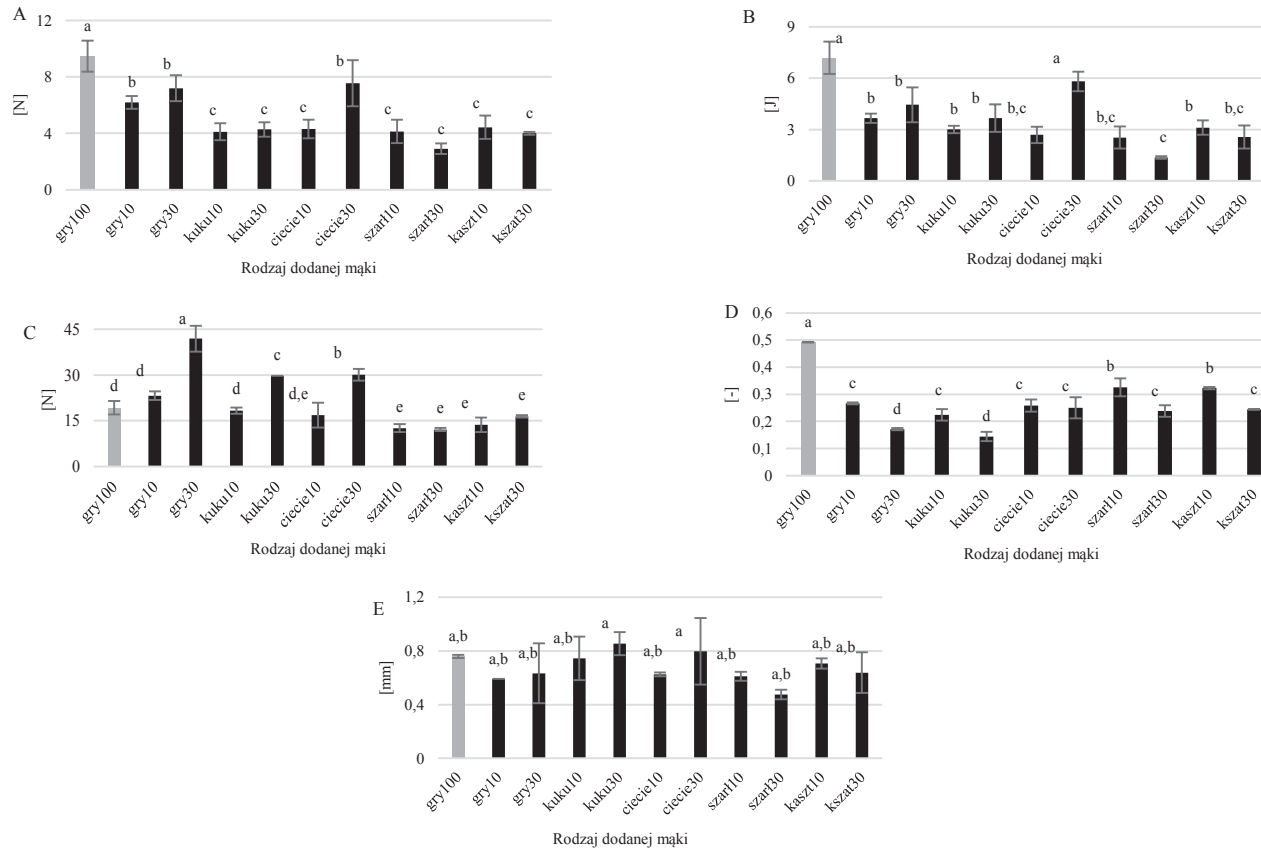
ki, kasztana i kukurydzy w ilości 30% miało mniejsze wymiary por, było zbliżone do pieczywa glutenowego otrzymanego z dodatkiem pełnoziarnistej mąki pszennej i zamienników tłuszczu [Scheuer i in. 2015].

W celu określenia właściwości reologicznych otrzymanego pieczywa zbadano także profil tekstury (rys. 2). Dodatek mąki z ciecierzycy, gryki oraz z kukurydzy w ilości 30% zwiększał twardość otrzymanego pieczywa. Największą twardością charakteryzowało się pieczywo otrzymane z kaszy gryczanej z dodatkiem mąki gryczanej (30%). Z kolei pieczywo otrzymane tylko z kaszy gryczanej wyróżniało się zarówno dużą żuwalnością, jak i dużą gumiaistością. Dodatek różnych mąk powodował zmniejszenie wartości tych parametrów. Powodował także zmniejszenie spoistości wypieków. Pieczywo z dodatkiem mąki gryki, kukurydzy, szarłatu i kasztana w ilości 10% charakteryzowało się wyższą spoistością niż pieczywo z dodatkiem tych mąk bezglutenowych w ilości 30%. Największą sprężystość wykazywało pieczywo otrzymane z kaszy gryczanej z dodatkiem mąki kukurydzianej w ilości 30%. Pieczywo o zawartości 10% różnych mąk charakteryzowało się niską twardością i lepszym wzrostem wypieku w porównaniu z pieczywem otrzymanym tylko z kaszy gryczanej. Wśród otrzymanych wypieków najwyższą sprężystością charakteryzowało się pieczywo otrzymane z dodatkiem mąki kukurydzianej i mąki z ciecierzycy w ilości 30%, jednak różnice nie były istotne statystycznie ze względu na duży rozrzut otrzymanych wyników. Na wysoką twardość pieczywa z mąki kukurydzianej wskazywali już Renzetti i wsp. [2008], co potwierdzają otrzymane wyniki. Stosowali oni mąkę kukurydzianą (100%) do otrzymania pieczywa bezglutenowego z dodatkiem transglutaminazy. Turkut i wsp. [2016] stwierdzili, że dodatek mąki z komosy ryżowej w ilości 25% zwiększa żuwalność i twardość pieczywa. W przypadku wypieków z dodatkiem różnych mąk w ilości 30% nie stwierdzono jednak takiej zależności. Podobnie jak Torbicka i wsp. oraz Lin i wsp., stwierdzono, że 30-procentowy dodatek mąki do podstawowego surowca może być wykorzystywany do produkcji pieczywa, wpływając tylko na niektóre tekstualne właściwości produktu [Lin i in. 2009; Torbicka, Hadnadev, Dapcevic 2010].

Wilgotność otrzymanych wypieków wynosiła od 53 do 59% (rys. 3). Najwyższą wilgotność wykazywało pieczywo otrzymane z samej kaszy gryczanej oraz z dodatkiem mąki z szarłatu, kukurydzy i kasztana. Wilgotność pieczywa otrzymanego z kaszy gryczanej jako głównego surowca jest wyższa niż wilgotność tradycyjnego pieczywa glutenowego, co jest zgodne z pracami [Różyło, Laskowski, Dziki 2010; Pongjaruvat i in. 2014].

Najwyższą kwasowość wykazywało pieczywo otrzymane z dodatkiem mąki gryczanej w ilości 10%. W przypadku pozostałych produktów różnice w kwasowości okazały się nieistotne statystycznie (rys. 3).

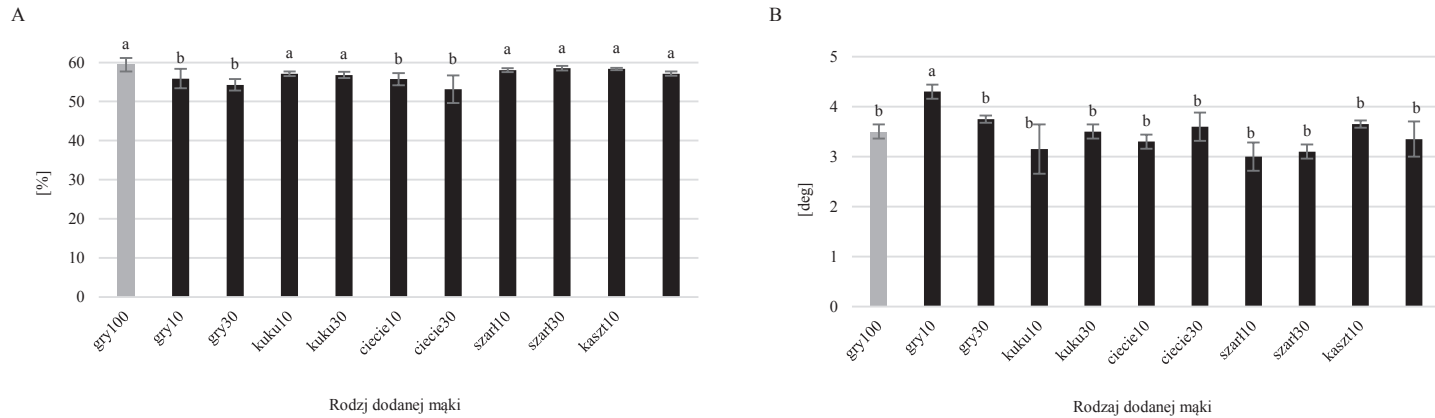
Informacje przedstawione na rys. 4 dotyczą barwy skórki i miększu w układzie $L^*a^*b^*$. Najciemniejszą skórkę miało pieczywo otrzymane z dodatkiem mąki z kasztana, co potwierdza także kolor mąki. Zarówno skórka, jak i miększ tego wypieku wykazywały także największy udział nasycenia barwy czerwonej. Skórka i miększ



Różne oznaczenia literowe wskazują występowanie różnic istotnych statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Rys. 2. Profil tekstury otrzymanego pieczywa: gumiałość (A), żuwalność (B), twardość (C), spoistość (D), sprężystość (E)

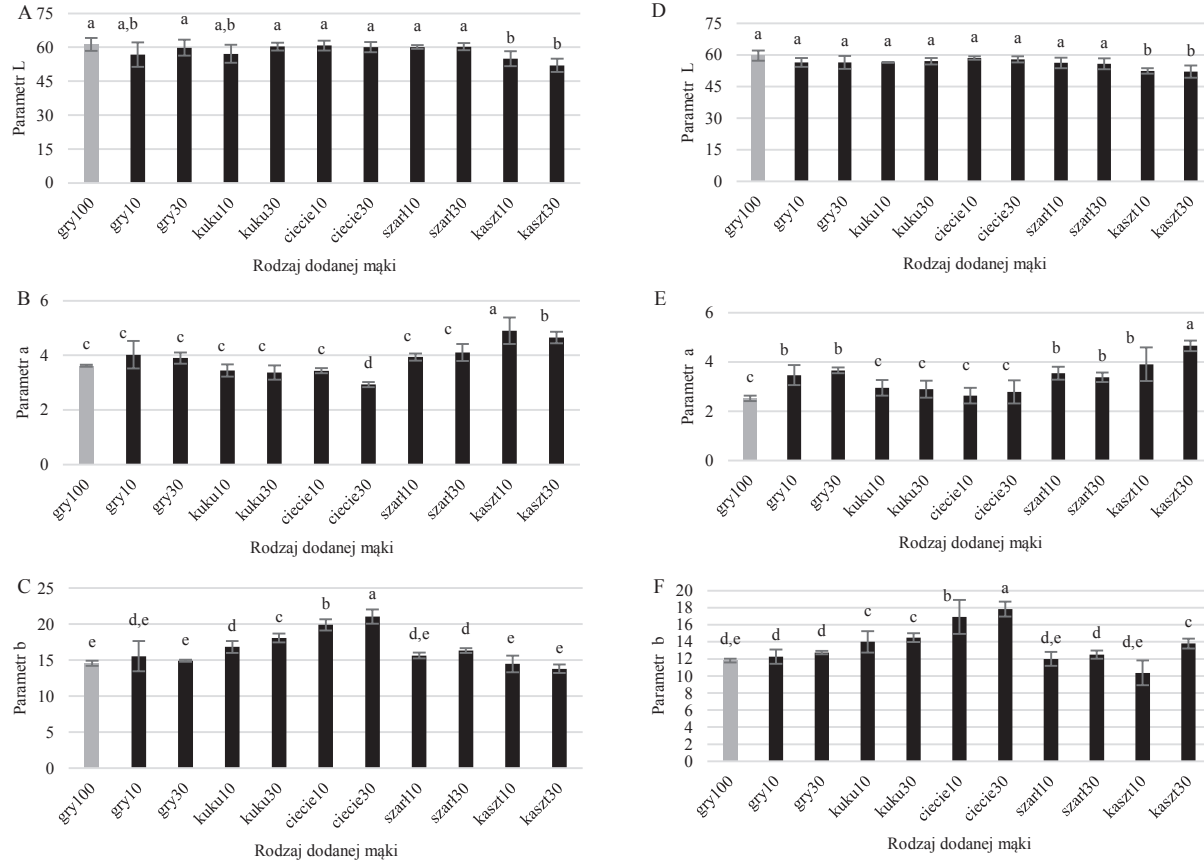
Źródło: opracowanie własne.



Różne oznaczenia literowe wskazują występowanie różnic istotnych statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Rys. 3. Wilgotność (A) wypieków oraz kwasowość (B) otrzymanego pieczywa

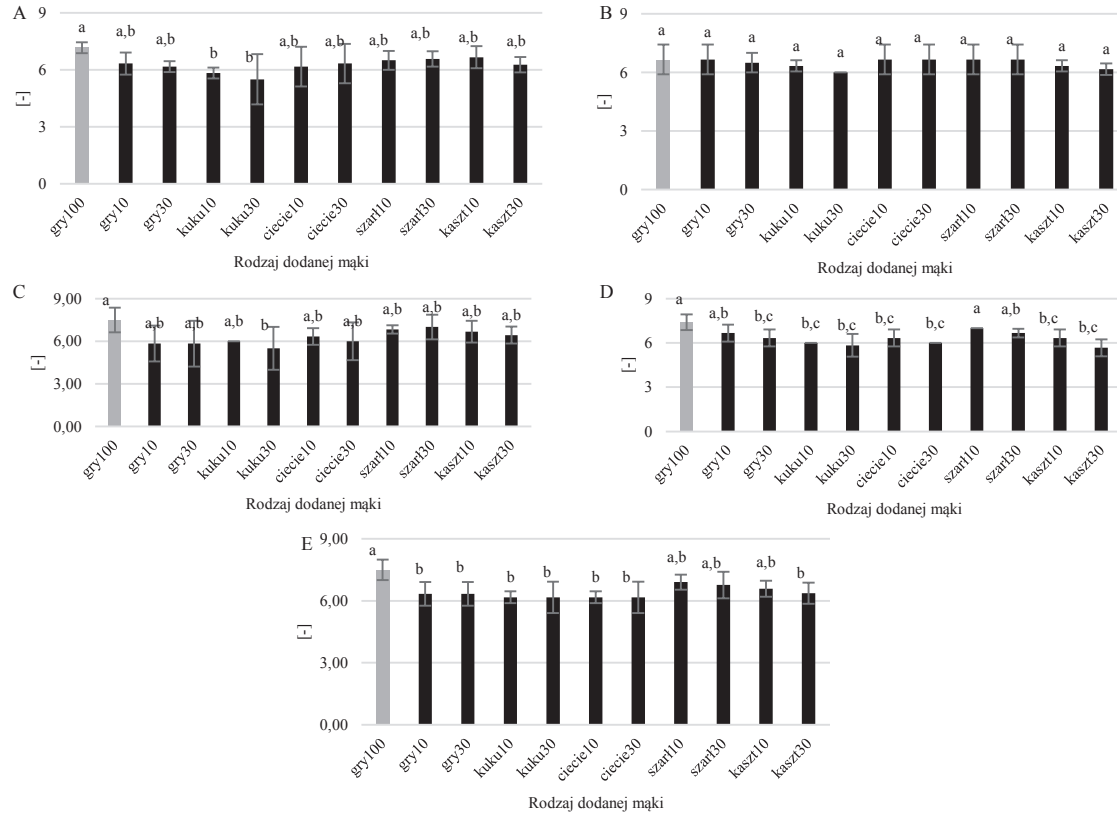
Źródło: opracowanie własne.



Różne oznaczenia literowe wskazują występowanie różnic istotnych statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Rys. 4. Barwa skórki (A, B, C), i miękiszu (D, E, F) otrzymanych wypieków

Źródło: opracowanie własne.



Różne oznaczenia literowe wskazują występowanie różnic istotnych statystycznie na poziomie $p < 0,05$.

Rys. 5. Analiza sensoryczna: wygląd (A), zapach (B), miękość (C), smak (D), ogólna akceptacja (E)

Źródło: opracowanie własne.

pieczywa z ciecierzycy i kukurydzy miały natomiast najwyższe wartości parametru b^* , wykazywały większe nasycenie barwy żółtej, odpowiedniej dla koloru mąki z ciecierzycy i kukurydzy. Najciemniejszy mięksisz (niska wartość parametru L^*) miało pieczywo z dodatkiem maki z kasztana, natomiast wszystkie pozostałe wypieki charakteryzowały się zbliżonymi wartościami jasności i nie wykazywały istotnych statystycznie różnic.

W wyniku analizy sensorycznej otrzymanych wypieków (rys. 5) stwierdzono, że wszystkie wyroby uzyskały akceptację oceniających (otrzymały po minimum 5 punktów na skali hedonicznej). Najbardziej akceptowane było pieczywo otrzymane z samej kaszy gryczanej oraz z dodatkiem mąki z szarłatu i kasztana (w ilości 10%). Podobne wyniki dla pieczywa bezglutenowego uzyskali Torbicka i wsp. [2010]. Największą różnicę w wyglądzie, w odniesieniu do próby kontrolnej (100% kaszy gryczanej), wykazywało pieczywo otrzymane z dodatkiem mąki kukurydzianej. Pozostałe wypieki nie wykazywały istotnych różnic pod względem wyglądu. Również pod względem zapachu otrzymane wypieki nie różniły się istotnie w ocenie zespołu wykonującego analizę. Istotną różnicę w miękkości, w odniesieniu do próby kontrolnej, stwierdzono w przypadku pieczywa otrzymanego z dodatkiem maki kukurydzianej w ilości 30%. Pozostałe wypieki zostały ocenione na zbliżonym poziomie pod względem tego wyróżnika. Pieczywo uzyskane z samej kaszy gryczanej oraz z 10-procentowym dodatkiem mąki z szarłatu zostało najlepiej ocenione pod względem smaku. Torbicka i wsp. [2010] wykazywali istotnie niższe wyniki analizy sensorycznej smaku, zapachu, wyglądu i miękkości w przypadku pieczywa otrzymanego z 30-procentowym dodatkiem mąki gryczanej nieluskanej w porównaniu do pieczywa z dodatkiem 10% nieluskanej gryki. Z kolei zwiększenie dodatku mąki gryczanej obłuszczonej wskazywało na wzrost ogólnej akceptacji produktu we wszystkich parametrach. Zespół ten badał pieczywo otrzymane na bazie mąki ryżowej z dodatkiem mąki gryczanej [Torbicka, Hadnadev, Dapcevic 2010].

4. Zakończenie

Z przeprowadzonych badań wynika, że mąki z pseudozbóż i roślin niezbożowych mogą być wykorzystywane do otrzymywania wypieku specjalnego przeznaczenia żywieniowego. Wykazano, że kasza gryczana biała niepalona może być stosowana jako podstawowy surowiec do wypieku pieczywa dla osób stosujących dietę bezglutenową. Otrzymane wyniki wskazują, że dodatek mąki bezglutenowej do ciasta z kaszy gryczanej może polepszać właściwości reologiczne pieczywa. Dodatek ten powinien być jednak mniejszy niż 30%.

Uwzględniając wszystkie badane parametry, można stwierdzić, że najlepszą jakością (tzn. dużą akceptacją konsumentką przy najbardziej pożądanym profilu tekstury) charakteryzuje się chleb uzyskany z ciasta przygotowanego z kaszy gryczanej z dodatkiem mąki z kasztana i szarłatu (pełnoziarnistego) w ilości 10%.

Stwierdzono, że pieczywo z kaszy gryczanej z dodatkiem mąki z kasztana i szarłatku (pełnoziarnistego) wykazuje najlepsze cechy organoleptyczne i reologiczne.

Literatura

- Ahlborn G.J., Pike O.A., Hendrix S.B., Hess W.M., Clayton S.H., 2005, *Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads*, Cereal Chemistry, vol. 82, no. 3, s. 328-335.
- Arendt E., Zannini E. (red.), 2013, *Cereal Grains for the Food and Beverage Industries: Buckwheat*, Woodhead Publishing, Ireland, s. 379-384.
- Fasano A., Flaherty S., 2016, *Wolni od glutenu*, Wydawnictwo Druga Strona, Warszawa.
- Gallagher E., Gormley T.R., Arendt E.K., 2003, *Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products*, Trends in Food Science & Technology, vol. 15, s. 143-152.
- Hamelman J., 2013, *Chleb – techniki wypieku, przepisy, wskazówki*, Grupa Wydawnicza Foksal, Warszawa.
- Harasym J., 2009, *Gryka jako źródło substancji organicznych i związków mineralnych*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 57, s. 160-166.
- Jarosz M., Wierzejska R., 2016, *Celiakia*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Kunachowicz H. (red.), 2017, *Dieta bezglutenowa, co wybrać?*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Lin L.-Y., Liu H.-M., Yu Y.-W., Lin S.-D., Mau J.-L., 2009, *Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread*, Food Chemistry, no. 112, s. 987-991.
- Magdić D., Horvat D., Drezner G., Jurković Z., Šimić G., 2006, *Image analysis of bread crumb structure in relation to gluten strength of wheat*, Agriculture, vol. 12, no. 1, s. 58-62.
- Moore M.M., Schober T.J., Dockery P., Arendt E.K., 2004, *Textural comparison of gluten-free and wheat based doughs, batters and breads*, Cereal Chemistry, vol. 81, s. 567-575.
- Placek W. (red.), 2015, *Dieta w chorobach skóry*, Wydawnictwo Czelej, Lublin.
- Pongjaruvat W., Methacanon P., Seetapan N., Fuongfuchat A., Gamonpilas Ch., 2014, *Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice breads*, Food Hydrocolloids, vol. 36, s.143-150.
- Quettier-Deleu C., Gressier B., Vasseur J., Dine T., Brunet C., Luyckx M., Cazin M., Cazin J.C., Bailleul F., Trotin F., 2000, *Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour*, Journal of Ethnopharmacology, vol.72, s. 35-42.
- Renzetti S., Fabio Dal Bello F., Arendt Elke K., 2008, *Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase*, Journal of Cereal Science, vol. 48, s. 37-38.
- Różyło R., Laskowski J., Dziki D., 2011, *Właściwości chleba pszennego wypiekanego z ciasta o zróżnicowanych parametrach*, Acta Agrophysica, nr 18(2), s. 426-428.
- Sapone A., Bal J., Ciacci C., 2012, *Spectrum of gluten – related disorders on new nomenclature and classification*, BMC Med, no. 10, s. 13.
- Scheuer P.M., Ferreira J.A.S., Mattioni B., de Miranda M.Z., de Francisco A., 2015, *Optimization of image analysis techniques for quality assessment of whole-wheat breads made with fat replacer*, Food Sci. Technol, Campinas, vol. 35, no. 1, s. 133-142.
- Schober J.T., Messerschmidt M., Bean S.R., Park S.H., Arendt E.K., 2004, *Gluten-free bread from sorghum: Quality differences among hybrids*, Cereal Chemistry, vol. 82, s. 394-404.
- Stowarzyszenie osób chorych na celiakię i na diecie bezglutenowej, 2016, *Częstość występowania celiakii*, <http://www.celiakia.pl/> (27.07.2017).

- Švec I., Hrušková M., 2004, *Image data of crumb structure of bread from flour of Czech spring wheat cultivars*, Czech J. Food Sci., vol. 22, no. 4, s. 133-142.
- Takahama U., Tanaka M., Hirota S., 2010, *Proanthocyanidins in buckwheat flour can reduce salivary nitrite to nitric oxide in the stomach*, Plant Foods for Human Nutrition, vol. 65, s. 1-7.
- Torbicka A., Hadnadev M., Dapcevic T., 2010, *Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour*, Food Hydrocolloids, vol. 24, s. 628-630.
- Turkut G.L., Cakmak H., Kumcuoglu S., Tavman S., 2016, *Effect of quinoa flour on gluten-free bread batter rheology and bread quality*, Journal of Cereal Science, vol. 69, s. 177-178.