

## OCENA JAKOŚCI PIECZYWA PSZENNEGO Z UDZIAŁEM MĄKI TEFFU

*Paulina Wolska, Alicja Ceglińska, Jadwiga Wojniłowicz*

Katedra Technologii Żywności, Zakład Technologii Zbóż, Wydział Nauk o Żywności, SGGW  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa  
e-mail: paulina.wolska1@wp.pl

**Streszczenie.** Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania mąki teffu do produkcji pieczywa o niższej zawartości glutenu. Materiał badawczy stanowiły mąka pszenna typu 750, mąka teffu oraz uzyskane pieczywo. Przeprowadzono analizę cech fizyczno-chemicznych mąki pszennej i mąki teffu. Pieczywo wypiekano z różnym udziałem mąki teffu: 0, 6, 12, 18 i 24%. Następnie oceniono jego cechy fizyczno-chemiczne oraz przeprowadzono punktową ocenę jakości. Dodatek mąki z teffu w ilości 24% powodował istotny spadek wydajności pieczywa. Kwasowość miększa była uzależniona od dodatku mąki teffu. Im był on wyższy, tym wyższą kwasowość wykazywał miększ. Dodatek mąki teffu w ilości 6-18% powodował pogorszenie cech tekstury pieczywa po 48h przechowywania. Punktowa ocena jakości pieczywa wykazała, że wzrost dodatku mąki teffu przyczynił się do pogorszenia jego cech sensorycznych. Udział mąki teffu w mieszance nie powinien być większy niż 6%, aby nie powodował pogorszenia cech fizycznych, a w szczególności sensorycznych pieczywa.

Słowa kluczowe: mąka teffu, mąka pszenna, jakość pieczywa

### WSTĘP

Teffu (*Eragrostis tef*) należy do gatunku roślin zbożowych z rodziny wiechlinowatych i najstarszych zbóż pochodzenia afrykańskiego. W Etiopii stanowi podstawowe zboże konsumpcyjne wykorzystywane do produkcji *enjera*, najpopularniejszego dania w tym kraju (Adnew i in. 2005). Uprawiane jest także w północnej części Ameryki Południowej i Australii (Bogaczyński 2007). Teffu zyskuje też coraz większe rzesze zwolenników w Stanach Zjednoczonych, gdzie jest wykorzystywane do produkcji płatków śniadaniowych, wafli czy pieczywa (Adnew i in. 2005).

Popularność teffu wynika z dużych możliwości adaptacyjnych tej rośliny do warunków środowiskowych, a uzyskane ziarno jest bogate w składniki odżywcze

(Tathan i in. 1996, Obilana 2003). Ziarno teffu zawiera 9,4-13,3% białka, 73,0% sacharydów, 1,98-3,5% błonnika, 2,0-3,1% tłuszczu i 2,7-3,0% składników mineralnych (Bultosa i Taylor 2004). Białko ziarna teffu posiada więcej lizyny niż białka innych zbóż, z wyjątkiem ryżu i owsa. Zawartość w jego białku aminokwasów, takich jak: fenyloalanina, tryptofan, treonina i metionina jest również większa w porównaniu z białkiem owsa, jęczmienia, kukurydzy czy ryżu. Spośród wyżej wymienionych zbóż jedynie białko ziarna teffu zawiera cysteinę. Ze względów żywieniowych białko teffu jest interesujące, gdyż nie zawiera białek glutenowych. Stwarza to możliwość wyprodukowania żywności bezglutenowej lub mieszanek z innymi zbożami o obniżonej zawartości glutenu.

Ziarno teffu wyróżnia się większą zawartością żelaza niż inne zboża (Mengesha 1996, Ketema 1997). Stanowi także lepsze źródło wapnia, miedzi, cynku, aluminium i baru w porównaniu z pszenicą ozimą i jarą, jęczmieniem czy sorgo. Ziarno teffu jest również bogate w potas (401 mg) i fosfor (378 mg) oraz zawiera witaminy: C (88 mg), A (8 mg), niacynę (2,5 mg) i tiaminę (0,3 mg) (Anonim 2011).

Celem pracy było określenie udziału mąki teffu, obniżającej zawartość białek glutenowych w pieczywie pszennym, bez znaczącego pogorszenia jego cech fizycznych i sensorycznych.

#### MATERIAŁ I METODY

Do wypieku pieczywa wykorzystano mąkę pszenną typu 750, wyprodukowaną przez Polskie Młyny S.A. oraz mąkę teffu, udostępnioną przez dystrybutora S&C Milling & Sales BV w Polsce. Z obu rodzajów mąki sporządzono mieszanki wypiekowe, w których udział mąki teffu wynosił 0 (próba kontrolna), 6, 12, 18 i 24%.

Analiza właściwości fizyko-chemicznych mąki obejmowała: wilgotność (PN-ISO 712:2002), barwę (Klepacka 1998), popiół całkowity (PN-ISO 2171:1994), białko ogółem (PN-A-04018:1975/ AZ3: 2002), ilość i jakość glutenu z wykorzystaniem urządzenia Glutomatic (PN-EN ISO 21415-2:2008), kwasowość (Jakubczyk i Haber 1983) oraz liczbę opadania w aparacie Falling Number 1400 (PN-ISO 3093:1996/AZ1:2000). Przeprowadzono również analizę amylograficzną, wykorzystując amylograf Brabendera (PN-ISO 7973:2001) oraz określono właściwości reologiczne ciasta w alweografie Chopina (PN-ISO 5530-4:2003). Ciasto prowadzono metodą jednofazową (bezpośrednią), dodając do mąki 3% drożdży i 1,5% soli oraz wodę do uzyskania wydajności 165%. Przygotowane ciasto poddawano fermentacji przez 90 min w 30°C, z przebicciem po 60 min. Następnie dzielono je na kęsy o masie 250 g, umieszczano w foremkach i fermentowano przez 60 min. Wypiek prowadzono w komorze wypiekowej o wilgotności względnej 85-90%, w temperaturze 220°C przez 30 min. Uzyskane pieczywo ważono po wyjęciu z pieca i po 24 h od wypieku. Ocena procesu wypieku i jakości pieczywa

obejmowała: wydajność, upiek, objętość pieczywa, kwasowość (Jakubczyk i Haber 1983). Twardość miękiszu mierzono za pomocą analizatora tekstury TA.XTi2 (Instrukcja obsługi 1997), wilgotność miękiszu (Jakubczyk i Haber 1983) oraz punktową ocenę pieczywa (PN-A-74108:1996).

Analizę statystyczną otrzymanych wyników wykonano za pomocą programu Statgraphics Plus 4.1. Ocenę istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi określano z użyciem jednoczynnikowej analizy wariancji Anova na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , a najmniejszą istotną różnicę wyznaczano testem Tukeya.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki analizy cech fizyko-chemicznych mąki pszennej typu 750 i mąki teffu zestawiono w tabeli 1. Wilgotność mąki pszennej była zgodna z wymaganiami normy PN-91/A-74022:2003. Mąka teffu wykazywała mniejszą wilgotność 12%, która według atestu dołączonego przez dystrybutora była wilgotnością odpowiednią do jej przechowywania. Zawartość białka ogółem w obu mąkach była podobna i zawierała się w przedziale 12,1-12,5%. Ilość glutenu mokrego wymytego z mąki pszennej była zgodna z wymaganiami normy PN-91/A-74022:2003. Na podstawie indeksu glutenu stosowaną do wypieku mąkę pszenną można zakwalifikować do grupy o mocnym glutenie. Wydajności glutenu nie określano dla mąki teffu, ponieważ należy on do zbóż bezglutenowych. Zawartość popiołu w mące była zgodna z danymi deklarowanymi przez producentów. Mąka teffu cechowała się trzykrotnie większą zawartością popiołu niż mąka pszenna. To dowodzi, że może ona wzbogacić pieczywo w składniki mineralne. Zgodnie z wymaganiami normy PN-91/A-74022:2003 kwasowość mąki pszennej nie powinna przekraczać 5 stopni kwasowości. Kwasowość mąki pszennej mieściła się w tym przedziale, natomiast mąka teffu charakteryzowała się czterokrotnie większą kwasowością.

Wskaźnikiem aktywności enzymatycznej mąki jest liczba opadania. Na podstawie jej wartości liczbowej można prognozować przebieg fermentacji ciasta chlebowego. Liczba opadania powyżej 300 s wskazuje na niską aktywność enzymów (Słowik 2006). W mące pszennej aktywność enzymów, określona liczbą opadania, powinna zawierać się w granicach 200-400 s (Jakubczyk i Haber 1983). Stosowana do wypieku mąka pszenna cechowała się wysoką liczbą opadania (304 s) i na tej podstawie została zakwalifikowana do grupy o niskiej aktywności amylopolitycznej.

Ocenie aktywności enzymów amylopolitycznych służy także analiza amylograficzna. Uzyskane z niej wyniki zależą w dużym stopniu zarówno od aktywności amylaz, jak i stopnia uszkodzenia skrobi w mące. Ziarna skrobiowe bardziej uszkodzone szybciej kleikują i są bardziej podatne na działanie enzymów. Optymalna lepkość kleiku sporządzonego z mąki przeznaczonej do wypieku chleba powinna wnosić 600 j.B (Słowik 2007a). Stosowana do wypieku mąka pszenna

wykazywała maksymalną lepkość kleiku 545 j.B., a końcowa temperatura kleikowania wynosiła 67,5°C. Uzyskane wartości wskazują, że z mąki tej można uzyskać pieczywo o miększu z równomierną porowatością.

**Tabela 1.** Wyniki oceny właściwości fizyczno-chemicznych mąki pszennej i mąki teffu  
**Table 1.** Results of estimation of physicochemical properties of wheat flour and teff flour

Badane cechy mąki – Flour parameter	Mąka pszenna Wheat flour	Mąka teffu Teff flour
Wilgotność – Moisture (%)	13,5	12,0
Białko ogółem – Proteins (%)	12,5	12,1
Gluten – Wet gluten (%)	27,8	n
Indeks glutenu – Gluten index	92	n
Popiół – Ash (%)	0,75	2,46
Kwasowość – Acidity (°kw)	3,1	12,3
Liczba opadania – Falling number (s)	304	n
Kończowa temperatura kleikowania Temperature of gelatinisation ( $T_{kk}$ ) (°C)	67,5	n
Maksymalna lepkość kleiku – Peak viscosity (j.B.) n – nie oznaczano – not determined	545	n

Istotnym miernikiem jakości produktów spożywczych jest barwa. Barwa mąki zależy od wielu czynników, głównie od ilości i wielkości cząstek zmielonej okrywy owocowo-nasiennej (wyciągu mąki), ale także od rodzaju ziarna, jego odmiany, barwy, konsystencji bielma oraz obecności w jego masie zanieczyszczeń (Jakubczyk i Haber 1983, Jurga 1994). Wymienione czynniki wpływają również na barwę miększu pieczywa, uzyskanego z danej mąki. Stosowana do wypieku mąka pszenna charakteryzowała się większą jasnością ( $L$ ) niż mąka teffu (tab. 2). Barwa mąki pszennej miała zielono-żółty odcień, a mąka teffu czerwono-żółty..

Analiza alweograficzna polega na badaniu oporu stawianego przez ciasto podczas jego równomiernego rozdmuchiwania. Ciasto z mąki pszennej wykazywało dużą sprężystość ( $P = 117$  mm H<sub>2</sub>O) i małą rozciągliwość ( $L = 56$  mm), co znalazło odzwierciedlenie w kształcie alweogramu określonego stosunkiem  $P/L$  (tab. 3). Według Abramczyk i Miłosz (2005) kształt alweogramu, wraz z parametrem  $W$  określającym pracę odkształcenia ciasta podczas rozdmuchiwania, informuje o możliwości wykorzystania danej mąki. Według Słowik (2007) mąka o wartościach  $W$  w przedziale 200-300 ma dobre właściwości do wypieku chleba.

Według powyższych kryteriów stosowana w niniejszych badaniach mąka pszenna nadaje się do produkcji chleba i cechuje się dobrą wartością wypiekową.

**Tabela 2.** Ocena barwy mąki metodą *L, a, b*  
**Table 2.** Flour colour estimation with *L, a, b* method

Barwa – Colour	Mąka pszenna – Wheat flour	Mąka teffu – Teff flour
<i>L</i>	93	79
<i>a</i>	-0,47	+2,38
<i>b</i>	+9,33	+11,17

**Tabela 3.** Analiza alveograficzna mąki pszennej  
**Table 3.** Alveographic analysis of wheat flour

Wyróżnik alveograficzny – Alveographic discriminant	Średnia – Average
P (mm H <sub>2</sub> O)	117
L (mm)	56
P/L	2,10
W (J·10 <sup>-4</sup> )	200

Udział mąki teffu w mieszankach miał wpływ na charakterystykę procesu wypieku pieczywa (wydajność i upiek pieczywa). W stosunku do próby kontrolnej istotnemu zmniejszeniu uległa wydajność pieczywa (tab. 4). Z udziałem mąki teffu w ilości 24% nastąpiło zmniejszenie wydajności pieczywa o 21 punktów procentowych.

Wyrażona w procentach różnica pomiędzy masą uformowanego kęsa ciasta a masą pieczywa natychmiast po jego wyjęciu z pieca stanowi upiek pieczywa. Nie stwierdzono w nim istotnych statystycznie różnic, ale przy udziale 24% mąki teffu upiek pieczywa był większy, w porównaniu z próbą kontrolną, o 3,9 punktu procentowego.

Objętość pieczywa jest jedną z ważniejszych cech podczas oceny jego jakości. Duży wpływ na tę cechę ma jakość użytego surowca, np. ilość i jakość glutenu oraz przebieg procesu technologicznego, zwłaszcza fermentacja ciasta (Lewicka 2007). Objętość pieczywa z udziałem mąki teffu mieściła się w przedziale 141,3-202,9 cm<sup>3</sup>·(100 g)<sup>-1</sup>. Udział 18 i 24% mąki teffu powodował istotne zmniejszenie objętości pieczywa, odpowiednio o 87 i 83 cm<sup>3</sup> w stosunku do próby kontrolnej.

Kwasowość miększu pieczywa kształtowana jest przez rodzaj i warunki fermentacji (Ceglińska 2006). Wraz ze wzrostem udziału mąki teffu w pieczywie

obserwowano wzrost kwasowości jego miększu. Według normy PN-92/A-74105:1993 kwasowość pieczywa pszennego nie powinna być większa niż 4° kwasowości. Uzyskane pieczywo, zarówno z próby kontrolnej jak i z dodatkiem mąki teffu, spełniało wymagania tej normy.

**Tabela 4.** Charakterystyka procesu wypieku i cech fizyczno-chemicznych uzyskanego pieczywa  
**Table 4.** Characteristic of baking process and physicochemical properties of bread

Udział mąki teffu Teff flour addition (%)	Wydajność pieczywa Bread yield (%)	Upiek – Banking loss (%)	Objętość pieczywa Volume of 100 g of bread (cm <sup>3</sup> )	Kwasowość miększu Bread crumb acidity (°kw)	Wilgotność miększu po 24 h Bread crumb moisture after 24 h (%)	Twardość miększu po 24 h Bread crumb hardness after 24 h (N)	Twardość miększu po 48 h Bread crumb hardness after 48 h (N)
0	145,5 a	8,7 a	228,3 a	0,79 e	44,45 a	5,83 a	8,48 b
6	142,0 ab	8,1 a	202,9 a	0,88 d	43,55 a	2,79 b	4,25 d
12	136,5 b	9,5 a	199,6 a	0,98 c	44,03 a	3,96 b	6,69 c
18	135,6 b	9,8 a	141,3 b	1,05 b	44,44 a	3,84 b	10,77 a
24	124,5 c	12,6 a	145,3 b	1,24 a	43,58 a	6,31 a	9,00 b

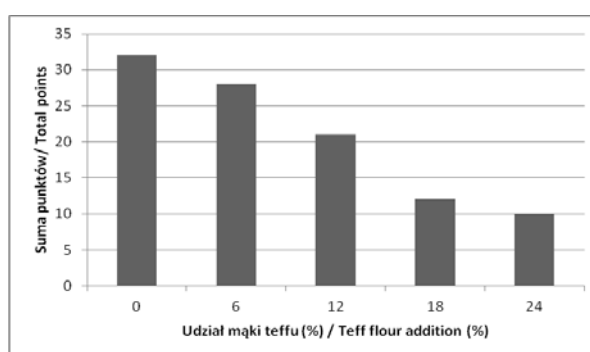
a-d – wartości średnie w tej samej kolumnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie istotnie ( $\alpha = 0,05$ ) – mean values in the same column and denoted by the same letter are not statistically significantly different ( $\alpha = 0,05$ ).

Zawartość wody w miększu pieczywa pszennego mieści się w przedziale 35-50% (Jakubczyk i Haber 1983). Zwiększanie udziału mąki teffu nie wpływało istotnie na wilgotność miększu uzyskanego pieczywa, wynosiła ona od 43,55% przy dodatku 6% mąki teffu do 44,45% w próbie kontrolnej.

Teksturę pieczywa oceniono po 24 i 48 h od wypieku. Na podstawie analizy statystycznej stwierdzono większe zróżnicowanie twardości miększu po 48 h przechowywania niż po 24 h. Mniejszy udział mąki teffu (6 i 12%) wpływał korzystnie na strukturę miększu, o czym świadczy mniejsza jego twardość w porównaniu z próbą kontrolną. Po 48 h przechowywania pieczywo z 18% udziałem

mąki teffu charakteryzowało się największą twardością miękiszu, która była o 2,29 N większa niż twardość miękiszu próby kontrolnej.

Ocena sensoryczna uzyskanego pieczywa obejmowała cechy, takie jak: wygląd zewnętrzny, barwa i grubość skórki, elastyczność i porowatość miękiszu, a także smak i zapach. Na podstawie sumy punktów przyznawanych za te cechy uzyskane pieczywo zakwalifikowano do jednego z czterech poziomów jakości. Do pierwszego poziomu jakości, z największą sumą punktów, zaliczono pieczywo z próby kontrolnej oraz z udziałem 6% mąki teffu (rys. 1). Pieczywo z udziałem 12% mąki teffu charakteryzowało się nieznacznymi odchyleniami w kształcie bochenka i ciemniejszą barwą skórki. Porowatość jego miękiszu była nieregularna. W smaku wyczuwalny był już dodatek mąki teffu i głównie to spowodowało, że zostało zakwalifikowane do III poziomu jakości. Większe udziały mąki teffu (18 i 24%) przyczyniły się do niekorzystnego wyglądu bochenka w porównaniu z pieczywem z próby kontrolnej. Barwa jego skórki i miękiszu była ciemniejsza, a miększy mniej elastyczny. Przyporządkowano je do najniższego, IV, poziomu jakości.



Rys. 1. Punktowa ocena pieczywa  
Fig. 1. Sensory estimation of bread

## WNIOSKI

1. Zwiększając udział mąki teffu w mieszance zmniejszono w niej zawartość glutenu, przy jednoczesnym zachowaniu ilości białka ogółem na zbliżonym poziomie. Akceptacja zespołu oceniającego jakość uzyskanego pieczywa z mieszanek dotyczyła jednak tylko niewielkiego w nim udziału mąki teffu.

2. Udział mąki teffu w mieszance nie powinien być większy niż 6%, aby nie powodował pogorszenia cech fizycznych, a w szczególności sensorycznych pieczywa.

## PIŚMIENNICTWO

- Abramczyk D., Miłosz M., 2005. Cechy reologiczne ciasta z rynkowej krajowej mąki pszennej. *Przeł. Zboż. Młyn.*, 49, (10), 14-18.
- Adnew T., Ketema S., Tefera H., Sridhara H., 2005. Genetic diversity in tef (*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter] germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution.*, 52, 891-902.

- Anonim, 2011. Teff grain: a gluten free health food. [www.dietaryfiberfood.com/dietary-fiber/teff.php](http://www.dietaryfiberfood.com/dietary-fiber/teff.php) (Updated on 13 April 2011).
- Bogaczyński K., 2007. Teff – zboże afrykańskie, z którego wyrabia się indzerę. *Przeł. Zboż. Młyn.*, 51, (4), 38-40.
- Bultosa G., Taylor J.R.N., 2004. Tef. In: *Encyclopedia of Grain Science*, Wrigley C., Corke H.: Walker C., Amsterdam, 253-262.
- Ceglińska A., 2006. Ocena jakości pieczywa. W: Mitek M., Słowiński M. (red): *Wybrane zagadnienia z technologii żywności*. Wydawnictwo SGGW, 255-269.
- Instrukcja obsługi. 1997. Analizator tekstury TA.XT2.Stable Micro System.
- Jakubczyk T., Haber T., 1983. *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. SGGW-AR, Warszawa.
- Jurga R., 1994. *Przetwórstwo zbóż. Część I*. WSiP Warszawa, 19-35.
- Ketema S., 1997. Tef. *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 12. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research Gatersleben/ International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italy, 7-8, 15-16.
- Klepcka M., 1998. *Analiza żywności. Skrypt do ćwiczeń*. Wydanie III zaktualizowane. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 132-140.
- Lewicka B., 2007. Wpływ techniki i technologii wytwarzania ciasta na objętość uzyskanego pieczywa pszennego. *Przeł. Zboż. Młyn.*, 51, (12), 25-26.
- Mengesha M.H., 1996. Chemical composition of tef (*Eragrostis tef*) compared with that of wheat, barley and grain sorghum. *Econ. Bot.*, 20, 268-273.
- Obilana A.B. 2003. Overview: importance of millets in Africa. [www.afripro.org.uk/papers/Paper02Obilana.pdf](http://www.afripro.org.uk/papers/Paper02Obilana.pdf)cited.
- PN-A-74108:1996. *Pieczywo. Metody badań*.
- PN ISO 7973:2001. *Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – oznaczanie lepkości mąk – metoda z zastosowaniem amylografu*.
- PN-91/A-74022:2003. *Przetwory zbożowe. Mąka pszenna*.
- PN-EN ISO 21415-2:2008. *Pszenica i mąka pszenna – Zawartość glutenu - Część 2: Oznaczenie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych*.
- PN-ISO 3093:1996/Az1:2000. *Zboża – oznaczanie liczby opadania w aparacie Falling Number 1400*.
- PN-A-04018:1975/ Az3: 2002. *Produkty rolniczo-żywnościowe - Oznaczenie azotu metodą Kjeldahla i przeliczanie na białko*.
- PN-ISO 5530-4:2003 *Mąka pszenna. Fizyczne właściwości ciasta – oznaczanie właściwości reologicznych za pomocą alweografu w aparacie Chopin*. PKN, Warszawa.
- PN – ISO 712:2002. *Zboża i przetwory zbożowe. Oznaczenie wilgotności. Rutynowa metoda odwoławcza*.
- PN – ISO 2171:1994. *Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczenie popiołu całkowitego*.
- PN-92/A-74105:1993. *Pieczywo pszenne zwykłe i wyborowe*.
- Słowik E. 2006. Ocena jakości mąki – przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki (część 1). *Przeł. Piek. Cuk.*, 54, (11), 14-18.
- Słowik E., 2007. Ocena jakości mąki – przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki (część 2). *Przeł. Piek. Cuk.*, 55, (1), 8-9.
- Słowik E., 2007a. Ocena jakości mąki – przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki (część 4). *Przeł. Piek. Cuk.*, 55, (5), 22-24.
- Tathan A.S., Fido R.J., Moore C.M., Kasarada D.D., Kuzmicky D.D., Keen J.N., Shewry P.R., 1996. Characterisation of the Major Prolamines of Tef (*Eragrostis abbyssinica*) and Finger Millet (*Eleusine coracana*). *Journal of Cereal Science*, 24, 65-71.



---

**ASSESSMENT OF WHEAT BREAD QUALITY WITH TEFFU FLOUR  
ADDITION**

*Paulina Wolska, Alicja Ceglińska, Jadwiga Wojniłowicz*

Department of Food Technology, Warsaw University of Life Science  
ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa  
e-mail: paulina.wolska1@wp.pl

**Abstract.** The aim of this study was to assess the possibility of using teff flour to produce bread with a lower gluten content. Research material was wheat flour type 750, teff flour and obtained bread. An analysis of the physicochemical characteristics of wheat flour and teff flour was performed. Bread was baked with different levels of teff flour addition: 0, 6, 12, 18 and 24%. Then the physical and chemical characteristics of the bread were assayed, and its quality was assessed using a point scale. Also the percentage content of gluten in bread with teff flour compared to the control sample was calculated. Addition of teff flour in the amount of 24% caused a significant decrease in the yield of bread. Crumb acidity was dependent of teff flour addition, the higher it was the higher acidity was shown by the crumb. Addition of teff flour in the amount of 6-18% resulted in deterioration of the characteristics of bread texture after 48h of storage. The lowest gluten content (21%) was noted for bread with 24% addition of teff flour, and the amount of gluten was 6.4% lower than in the control sample. Scoring the quality of bread showed that increase of teff flour addition contributed to the deterioration of the sensory characteristics of the bread.

**Key words:** Teff flour, wheat bread, quality, addition