

Prof. dr hab. Bohdan ACHREMOWICZ
Wydział Biologiczno – Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
Prof. dr hab. Alicja CEGLIŃSKA
Wydział Nauk o Żywności, SGGW Warszawa
Mgr inż. Leszek DARDZIŃSKI
Prof. dr hab. Tadeusz HABER
Dr inż. Agnieszka OBIEDZIŃSKA
Prof. dr hab. Mieczysław OBIEDZIŃSKI
Mgr inż. Emilia SZABŁOWSKA
Prof. dr hab. Bożena WASZKIEWICZ – ROBAK
Wydział Informatyki i Nauk o Żywności
Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży

CHARAKTERYSTYKA MIŁKI ABISYŃSKIEJ I MOŻLIWOŚCI JEJ WYKORZYSTANIA W PRZETWÓRSTWIE ZBÓŻ[®]

Characteristic of Teff and possibilities of use in cereal processing[®]

Słowa kluczowe: Miłka abisyńska, skład chemiczny nasion, wzbogacanie chleba, możliwości wykorzystania w technologii zbóż.

W wielu krajach pieczywo jest podstawowym i najważniejszym produktem spożywczym dla wszystkich grup społecznych. Wypiekane jest z ciasta, w skład którego wchodzi: mąka pszenna lub żytnia (względnie obie), woda, drożdże piekarskie i sól. Oprócz wymienionych surowców mogą być wykorzystane inne, których zadaniem jest poprawa wartości odżywczej pieczywa, poprzez podwyższenie w nim zawartości wielu, deficytowych, a niezbędnych składników. Ostatnio, popularnymi dodatkami do pieczywa są mąki ze zbóż niechlebowych lub nasion tzw. pseudozbóż względnie produkty z nich otrzymane. Takim potencjalnym dodatkiem może być także mąka uzyskana z nasion miłki afrykańskiej (teff), uznawanej za jedno z najstarszych zbóż wywodzących się z Afryki Północnej.

Key words: Teff, chemical composition of seeds, enrichment bread, possibilities of use in cereal processing.

In many countries, bread is the basic and the most important food product for all social groups. It is baked from a dough consisting of: wheat flour or rye flour (or both), water, baker's yeast and salt. One may also use other raw materials in order to improve the nutritional value of bread by increasing the content of many, scarce, and necessary ingredients in it. Recently, popular additions to bread include flours from non-cereal cereals, or seeds, so-called pseudocereals or products obtained from them. Flour obtained from the seeds of the Teff, considered one of the oldest North African cereals is one of them.

WSTĘP

Miłka abisyńska (*Eragrostis abyssinica*), nazywana także: tef, teff lub trawa abisyńska, jest rośliną sklasyfikowaną w następujący sposób [26]:

- ▶ **Klasa:** okrytonasienne,
- ▶ **Rząd:** wiechlinowce,
- ▶ **Rodzina:** wiechlinowate,
- ▶ **Rodzaj:** miłka,
- ▶ **Gatunek:** miłka abisyńska.

Należy do tej samej rodziny, do której należą także: jęczmień, kukurydza, owies oraz proso, czyli zboża od lat znane, uprawiane i wykorzystywane do celów żywieniowych tak w Polsce jak i na świecie.

Miłka abisyńska pochodzi z północno-wschodniej Afryki, gdzie jest jej naturalne środowisko [29]. Jest znana i uprawiana od przeszło 5000 lat, bardzo rozpowszechniona w wielu kulturach afrykańskich. Uznawana jest jako roślina zbożowa przede wszystkim w Etiopii, a także w Erytrei, Dżibuti, południowo-wschodniego Sudanu i północnej Kenii [10]. Nasiona mielone są, przede wszystkim, na mąkę, która stanowi bazowy surowiec do produkcji miejscowego, specjalnego pieczywa oraz służy także jako środek zagęszczający do zup i sosów [10]. Nasiona wykorzystywane są również do produkcji piwa i alkoholowych napojów etnicznych, lub przeznaczane do produkcji kaszy i puddingu. Szacuje się, że w Etiopii miłka abisyńska zaspokaja około 2/3 tamtejszego, całego zapotrzebowania na żywność [26].

Adres do korespondencji – Corresponding author: Tadeusz Haber, Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży, Wydział Informatyki i Nauk o Żywności, ul. Akademicka 1, 18-400 Łomża, e-mail: tadeusz.haber@poczta.onet.pl.

Jest znana i uprawiana także, ale już na znacznie mniejszą skalę, w Azji (szczególnie w Indiach) i w Australii oraz na północy Ameryki Południowej [8]. Zyskuje także uznanie w Stanach Zjednoczonych, gdzie jest już wykorzystywana, między innymi, do produkcji płatków śniadaniowych, wafli oraz jako dodatek wzbogacający tradycyjne pieczywo [24]. W USA, Kanadzie i w Australii rozpoczęto nawet uprawę miłki abisyńskiej na cele komercyjne [21], wykorzystując na ten cel grunty przeznaczone dotychczas pod uprawę pszenicy [1]. Popularność miłki abisyńskiej wzrasta także w Europie, a dotyczy to szczególnie Hiszpanii [24].

Wzrastające zainteresowanie miłką abisyńską na świecie wynika z możliwości w miejscowych warunkach glebowo-klimatycznych, istotna jest także duża łatwość adaptacji do warunków środowiskowych [24]. Uważa się [6], że miłka jest rośliną o ogólnie niskim ryzyku, dzięki czemu można ją uprawiać w „trudnych środowiskach”, których

większość zbóż nie akceptuje. Innym powodem zainteresowania jest skład chemiczny nasion miłki abisyńskiej.

Miłka abisyńska uzyskuje przeciętnie wysokość do około 1 m. Ma wąskie, długie i szorstkie liście, a wiecha kłosowa osiąga długość dochodzącą nawet do 40 cm (rys. 1.).

Nasiona miłki mają kształt wydłużony, jajowaty. W zależności od odmiany, nasiona mogą mieć różne zabarwienie, od jasnego (białego), poprzez czerwone do brązowego [29]. Wygląd nasion brązowych i białych przedstawiono na rys. 2. [25]. Nasiona jasne (białe), charakteryzują się bardzo mocnym, wyraźnie dominującym, smakiem kasztanowym [29]. Natomiast nasiona ciemne (czerwone lub brązowe) wykazują smak znacznie łagodniejszy, bardziej zbliżony do typowego smaku orzechowego [29].

Zawartość najważniejszych składników chemicznych nasion miłki abisyńskiej przedstawiono w tabeli 1. Dla porównania podano także skład chemiczny nasion soi oraz ziarna pszenicy, żyta oraz ryżu białego.

Porównując dane przedstawione w tabeli, można zauważyć, że nasiona miłki abisyńskiej mają wysoką wartość energetyczną, przewyższającą nie tylko ziarno ryżu, żyta czy pszenicy (odpowiednio o: 12,6; 22,0 i 22,4%), ale także nasiona soi (o 1,6%), które są znacznie zasobniejsze w białko ogółem jak i w tłuszcz. Pod względem zawartości białka ogółem nasiona miłki abisyńskiej ustępują nasionom soi, w których ilość tego składnika jest przeszło trzy razy wyższa, natomiast dorównują ziarnu pszenicy (tab. 1.).

Bekele [7] uważa, że w białku miłki abisyńskiej najważniejszą rolę spełniają prolaminy, stanowiące od 3 do 15% ich składu ilościowego. Ich znaczenie podkreślają także Taylor i Emmambux [23], ale jednocześnie wskazują, że albuminy i globuliny, też mogą decydować o właściwościach funkcjonalnych białek, a tym samym o walorach nasion miłki i produktów z nich otrzymanych. Rolę i znaczenie albumin i globulin potwierdzają także nowsze badania, cytowane przez Adebawale i wsp. [3]. Autorzy ci podają, że frakcje te, w porównaniu z frakcjami prolamin i glutelin, zawierają więcej argininy, kwasu asparaginowego czy lizyny. Zwraca na to uwagę także Bekele [7], wskazując jednocześnie na stosunkowo niską zawartość lizyny, przy zdecydowanie wyższej zawartości kwasu glutaminowego, alaniny, leucyny czy proliny. Adebawale i wsp. [3] uważają jednak, że prolaminy zawarte w nasionach miłki są głównym białkiem zapasowym. Dopatrują się też dużego podobieństwa między białkami miłki i innych roślin tropikalnych. Uważają też, że prolaminy miłki są bardziej hydrofilowe, mniej spolaryzowane i mają niższą stabilność cieplną.



Rys. 1. Wygląd kłosów miłki abisyńskiej (*Eragrostis abyssinica*) [26].

Fig. 1. The appearance of the ear of Teff [26].



Rys. 2. Wygląd nasion miłki abisyńskiej odmian brązowo (A) i biało (B) nasiennych [25].

Fig. 2. The appearance of the Teff seeds of the brown (A) and white (B) seed varieties [25].

Tabela 1. Skład chemiczny nasion milki abisyńskiej, soi oraz ziarna wybranych zbóż [1, 15, 17, 29]

Table 1. The chemical composition of the Teff seeds, soya and grains of selected cereals [1, 15, 17, 29]

Lp.	Badany składnik chemiczny (zawartość w 100 g)	Jedn.	Nasiona mlki abisyńskiej	Nasiona soi	Ziarno pszenicy	Ziarno żyta	Ziarno ryżu białego
1.	Wartość kaloryczna	kJ	1622,0	1597,0	1325,0	1333,0	1440,0
		kcal	387,0	382,0	317,0	318,0	344,0
2.	Białko ogółem	g	10,9	34,3	11,1	7,9	6,7
3.	Sacharydy ogółem	g	73,1	32,7	70,5	74,2	78,9
	w tym: skrobia	g	*)	4,8	56,8	48,8	74,1
	sacharoza	g	*)	4,8	0,5	2,5	0,2
4.	Tłuszcz ogółem	g	2,4	19,6	2,4	2,2	0,7
	w tym: nasycone	g	*)	2,82	0,35	0,31	0,15
	jednonienasycone	g	*)	4,07	0,28	0,24	0,18
	wielonienasycone	g	*)	11,29	1,10	1,04	0,26
5.	Błonnik pokarmowy	g	8,0	15,7	8,9	8,5	2,4
6.	Związki mineral. ogółem	mg	2600,0	*)	*)	*)	*)
	w tym: wapń (Ca)	mg	170,0	240,0	37,0	37,0	10,0
	fosfor (P)	mg	450,0	743,0	330,0	302,0	135,0
	potas (K)	mg	431,0	2132,0	340,0	420,0	111,0
	sód (Na)	mg	2,0	1,0	4,0	3,0	6,0
	magnez (Mg)	mg	180,0	216,0	120,0	89,0	13,0
	żelazo (Fe)	mg	7,6	8,9	3,8	3,4	0,8
	miedź (Cu)	mg	4,4	1,5	0,37	0,35	0,17
7.	Aminokwasy: Leucyna	mg	927	2725	757	512	525
	Izoleucyna	mg	436	1712	467	343	340
	Lizyna	mg	382	2337	325	282	204
	Metionina	mg	447	429	225	154	199
	Cystyna	mg	*)	560	316	240	158
	Fenyloalanina	mg	621	1670	507	360	332
	Tyrozyna	mg	*)	1252	332	274	345
	Treonina	mg	*)	1359	367	278	238
	Tryptofan	mg	153	608	122	66	96
	Walina	mg	60	1753	601	486	422
	Arginina	mg	*)	2355	568	414	480
	Histydyna	mg	349	1061	282	211	162
	Alanina	mg	*)	1419	420	380	362
	Glicyna	mg	*)	1419	465	374	302
	Prolina	mg	*)	1950	1108	757	310
	Seryna	mg	*)	1639	614	336	351
	Kwas asparaginowy	mg	*)	3697	694	682	578
	Kwas glutaminowy	mg	*)	6353	2930	1751	1297
8.	Witaminy: Tiamina B ₁	mg	0,450	0,690	0,423	0,363	0,520
	Ryboflawina B ₂	mg	0,100	0,189	0,110	0,154	0,027
	Niacyna (PP)	mg	2,000	1,180	3,270	1,000	0,820
	Witamina E	mg	*)	0,780	1,490	1,170	0,330
	Witamina B ₆	mg	*)	0,810	0,280	0,270	0,170

*) – brak danych. *) – no data.

W tych różnicach, Adebowale i wsp. [3] upatrują przyczyn wyższych cech funkcjonalnych nasion miłki abisyńskiej, a także lepszych produktów z nich otrzymanych.

Podobnie jest z zawartością tłuszczu, z tym, że różnice między nasionami miłki i soi są tu jeszcze większe niż w wypadku białka ogółem. Ogólna zawartość tłuszczu jest niższa niż w ziarnie kukurydzy czy owsa, natomiast zbliżona do poziomu występującego w ziarnie pszenicy, żyta czy jęczmienia. Nie ma też istotnych różnic w składzie kwasów tłuszczowych [1, 7, 13]. Ogólna zawartość nienasyconych kwasów tłuszczowych wynosi około 72,5%, a dominują kwasy wielonienasycone (39,91%), których jest niemal dwukrotnie więcej niż kwasów nasyconych (20,06%) [1, 7, 13, 20].

Korzystniej, dla nasion miłki, wypada także porównanie zawartości wapnia, magnezu, żelaza i fosforu, szczególnie w odniesieniu do ziarna tradycyjnych zbóż chlebowych [1, 3, 7, 13].

Celem artykułu jest ogólna charakterystyka miłki abisyńskiej (teffu) oraz możliwości jej wykorzystania



Rys. 3. Typowy wygląd injery – pieczywa o gąbczastej strukturze miększu [28].

Fig. 3. A typical appearance of an injera – bread with a sponge-like crumb structure [28].



Rys. 4. Tradycyjny wypiek injery (*flat bread*) [28].

Fig. 4. Traditional baking of injera (*flat bread*) [28].

w szeroko rozumianym przetwórstwie zbóż, a szczególnie do wzbogacania chleba.

WARTOŚĆ PROZDROWOTNA MIŁKI ABISYŃSKIEJ

Skład chemiczny nasion, wyraźnie wskazuje, że miłka abisyńska ma walory rośliny o działaniu prozdrowotnym. Ważnym czynnikiem jest brak w jej nasionach białek glutynowych: gliadyny i gluteniny. Nasiona miłki są odpowiednie dla chorych na celiakię i nie tylko dla nich, bowiem coraz częściej uważa się, że pod względem zdrowotnym dieta bezglutenowa jest lepsza od diety tradycyjnej i bardziej pomocna przy wielu innych schorzeniach, jak np. alergiach, nie mówiąc o stanach po stosowaniu chemioterapii [2].

Coraz częściej dostrzegane są korzyści spożywania pokarmów nie zawierających glutenu [15]. Potrzebę taką widzą już nie tylko lekarze, ale także producenci żywności. W dużym stopniu, szersze wykorzystanie, dotyczy również miłki abisyńskiej, szczególnie jako surowca bezglutenowego [15].

Jak podają Hozyasz i Słowik [15] w Zachodniej Europie, a także w Czechach i Słowacji chorzy będący na diecie bezglutenowej, zachęceni są przez lekarzy, by częściej korzystali z produktów uzyskanych z tzw. „zdrowych” zbóż, do których zaliczana jest również miłka abisyńska.

W krajach niemieckojęzycznych coraz szersza jest oferta, a wraz z nią dostępność mąki i wyrobów piekarskich, ze znacznym udziałem miłki abisyńskiej. Miłka abisyńska popularyzowana jest jako roślina bezpieczna dla chorych na celiakię, bezpieczniejsza niż np. produkty otrzymywane z ziarna owsa [15].

Wielu autorów [1, 12, 15] słusznie uważa, że popularyzacja i wzrost wykorzystania w praktyce nasion miłki abisyńskiej, jak i produktów spożywczych z niej otrzymanych, w dużym stopniu, zależy od lekarzy i dietetyków oraz ich wiedzy na temat cech samej rośliny i jej wartości prozdrowotnych.

PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE NASION MIŁKI ABISYŃSKIEJ

Nasiona miłki wykorzystywane są do przemiału na mąkę, a także do produkcji napojów alkoholowych (np. etiopskiego piwa „tella”) [12, 26]. Mąka z miłki to podstawowy surowiec do produkcji tradycyjnej etiopskiej potrawy o nazwie „injera” (czytaj: „yndžera”) [28]. Jest to swoisty rodzaj pieczywa („*flat bread*”), wytwarzanego z ciasta ukwaszonego i wypiekanego w formie płaskich placków, mających wyraźną strukturę gąbczastą [28], w dużym stopniu są one podobne do naleśników. Wygląd etiopskiej „injery” przedstawiono na rys. 3. [28], natomiast na rys. 4. pokazano sposób tradycyjnego jej wypieku na blachach [28].

Powszechnie uważa się, że injera jest podstawą diety etiopskich biegaczy, a szczególnie słynnych na całym świecie maratończyków [26]. Ich sukcesy są powszechnie znane i podziwiane na najwyższej rangi światowych zawodach sportowych. Brak jest badań, czy sukcesy te rzeczywiście mają bezpośredni związek ze spożywanymi produktami z miłki abisyńskiej, czy jest to tylko rozpowszechniana fama.

Jedną z cech mąki uzyskanej z nasion miłki jest jej podwyższona wodochłonność [1]. Jest to cecha bardzo korzystna z punktu widzenia piekarstwa, bowiem bezpośrednio sprzyja uzyskiwaniu wyższej wydajności ciasta, a tym samym i pieczywa. Uważa się [1, 9], że wyższa wodochłonność mąki jest bezpośrednio związana z małymi rozmiarami granulek skrobiowych oraz ich wyrównaną wielkością. Dzięki tym cechom skrobia z miłki wolniej ulega retrogradacji [9], a to z kolei, przekłada się na wolniejsze czerstwienie pieczywa.

Małe rozmiary i wyrównana wielkość granulek skrobiowych miłki abisyńskiej stwarzają duże, potencjalne możliwości wykorzystania ich także, w przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym.

Wykazane wyżej cechy i właściwości nasion miłki abisyńskiej wyraźnie wskazują, że może i powinna ona być wykorzystana do wzbogacania zwykłego, tradycyjnego pieczywa europejskiego. Próby takie były już podjęte i są nadal kontynuowane [4, 11, 18, 24,]. Należy jednak przyjąć, że jest to zadanie trudne, przede wszystkim ze względu na brak białek glutenowych w nasionach miłki, a także inne właściwości samych nasion jak i mąki z nich uzyskanej [3, 4, 11].

Nasiona i mąka z miłki już są przetwarzane na różnego rodzaju produkty żywnościowe i napoje, jak np.: pieczywo, słodki chleb przasny, naleśniki, herbatniki, ciastka, ciasta, dania z grilla, zapiekanki, a także: zupy, gulasz, puddingi oraz piwo, czy ogólnie napoje alkoholowe [6].

Wysoka zawartość błonnika i brak białek glutenowych (glutenu) powoduje, że w wielu krajach miłka abisyńska staje się popularnym surowcem do produkcji żywności bezglutenowej, a zwłaszcza wyrobów piekarskich [6].

WYKORZYSTANIE MIŁKI ABISYŃSKIEJ W PIEKARSTWIE

Przemiał nasion miłki na mąkę pełnowyciągową jest najwłaściwszy i najprostszy. Za takim sposobem przemiału przemawia zarówno wielkość nasion jak i ich skład chemiczny, a przede wszystkim składniki mineralne zawarte w okrywie owocowo-nasiennej.

Próby wykorzystania nasion miłki abisyńskiej i mąki z nich uzyskanej w technologii piekarstwa podejmowało wielu autorów [4, 11, 18, 19, 24]. Wykorzystywali oni również mąki

pszenne o różnym wyciągu, a tym samym o różnej zawartości popiołu. Otrzymywali pieczywo pszenne zwykle jak i też prowadzone na zakwasach (starterach). Do wzbogacania pieczywa stosowali mąkę z nasion miłki, którą sami uzyskiwali, względnie pochodzącą od różnych dystrybutorów. Zróżnicowane były także dodatki mąki z miłki, wynoszące od 5 do nawet 30%, w stosunku do użytej mąki pszennej.

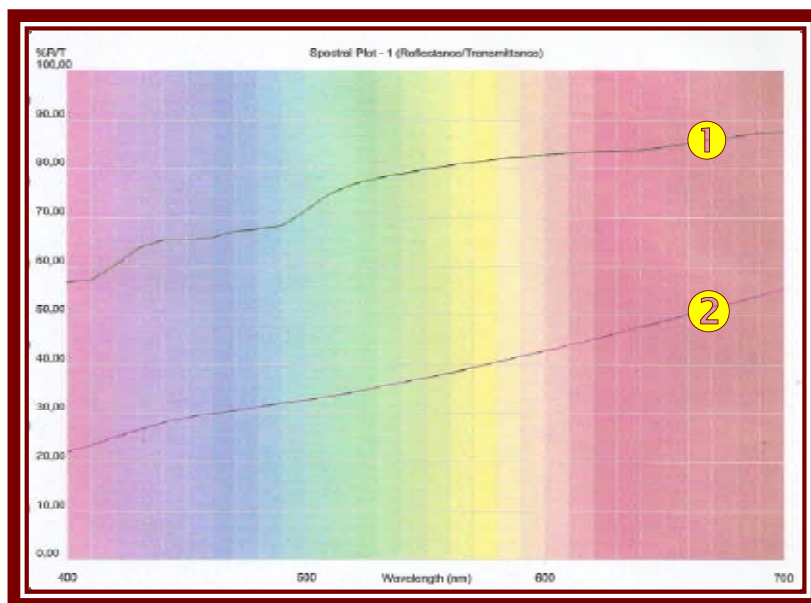
Bardzo zróżnicowany był zakres podjętych badań, przy czym, najczęściej, ograniczano się do badania podstawowych cech ciasta i otrzymanego pieczywa.

Jedne z ostatnich prac na ten temat, to badania podjęte na Wydziale Informatyki i Nauk o Żywności w PWSiP



Rys. 5. Nasiona miłki abisyńskiej i uzyskana z nich mąka pełnowyciągowa stosowane w badaniach przeprowadzonych w Łomży [11].

Fig. 5. Teff seeds and full-meal flour obtained from them used in research carried out in Łomża [11].



Rys. 6. Porównanie barwy mąki pszennej Luksusowa typ 550 i mąki z miłki abisyńskiej (odmiana o nasionach brązowych) (Spektrofotometr Hunter ColorFlex EZ).

1 – mąka pszenna Luksusowa typ 550, 2 – mąka z miłki abisyńskiej [11].

Fig. 6. Comparison of the color of wheat flour type 550 and flour from Teff (a variety with brown seeds) (Hunter ColorFlex EZ spectrophotometer).

1 - wheat flour Luksusowa typ 550, 2 – Teff flour [11].

w Łomży [11]. W badaniach tych prowadzonych przez Dardzińskiego i wsp. [11] do wyprodukowania ciasta, użyto handlową mąkę pszenną Luksusową typ 550 oraz pełnowyciągową (otrzymaną laboratoryjnie) mąkę z nasion miłki abisyńskiej. Nasiona miłki abisyńskiej (odmiana o nasionach brązowych) otrzymano za pośrednictwem Firmy „Pięć przemian”. Wg uzyskanych informacji od dostawcy, nasiona miłki pochodziły z RPA.

Ich wartość energetyczna wynosiła:

- 1398 kJ (334 kcal),

a zawartość najważniejszych składników chemicznych przedstawiała się następująco:

- tłuszcz – 2,1% (w tym kwasy tłuszczowe nasycone 0,7%),
- sacharydy ogółem – 65,4% (w tym cukry – 5,6%),
- białko ogółem – 12,3% oraz
- błonnik surowy – 7,9%.

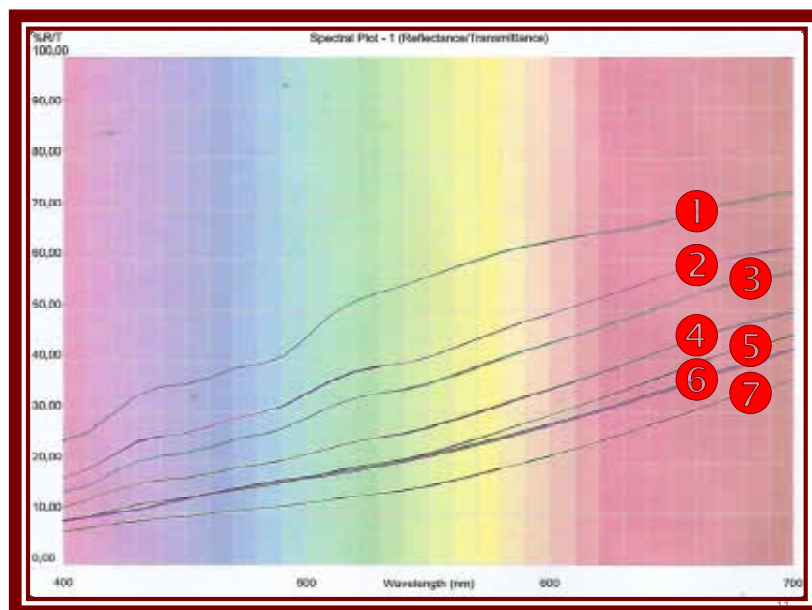
Użyte w omawianych badaniach [11] nasiona miłki abisyńskiej (rys. 5.) miały następujące wymiary:

- długość 1,0,
- szerokość 0,5 mm oraz
- masa 1000 nasion w granicach: 0,280 – 0,300 g [11].

Z danych tych wyraźnie wynika, że nasiona miłki abisyńskiej są bardzo małe, przypuszczalnie najmniejsze spośród wszystkich nasion/ziaren bogatych w sacharydy, a zwłaszcza skrobię, a jednocześnie stanowią wyjątkowo bogate źródło błonnika i składników mineralnych, w tym wapnia i żelaza [6].

Na rys 5. przedstawiono wygląd i barwę nasion miłki abisyńskiej oraz pełnowyciągową mąkę z nich uzyskaną, natomiast na rys. 6., diagram barwy mąki w porównaniu z barwą handlowej mąki pszennej Luksusowa typ 550 [11]. Przedstawiony rys., jest to wykres komputerowy, uzyskany przy badaniu barwy za pomocą spektrofotometru Huntera ColorFlex EZ. Wykres przedstawia kolorymetryczny model przestrzeni barw, rozciągający się pomiędzy barwami przeciwstawnymi, tworzącymi następujące wymiary: wymiar „L” (oznaczający jasność) oraz wymiary „a” i „b”, przedstawiające odpowiednio: udział barwy czerwonej (+a) i barwy żółtej (+b) [27].

W taki sam sposób na rys. 7. i 8., przedstawiono zmiany barwy ciasta pszennego pod wpływem dodatku mąki z miłki abisyńskiej (nasiona brązowe) i zmiany barwy miększu uzyskanego chleba [11]. Natomiast w tabeli 2. zebrano wszystkie dokonane pomiary barwy (tj: nasion miłki, handlowej mąki pszennej

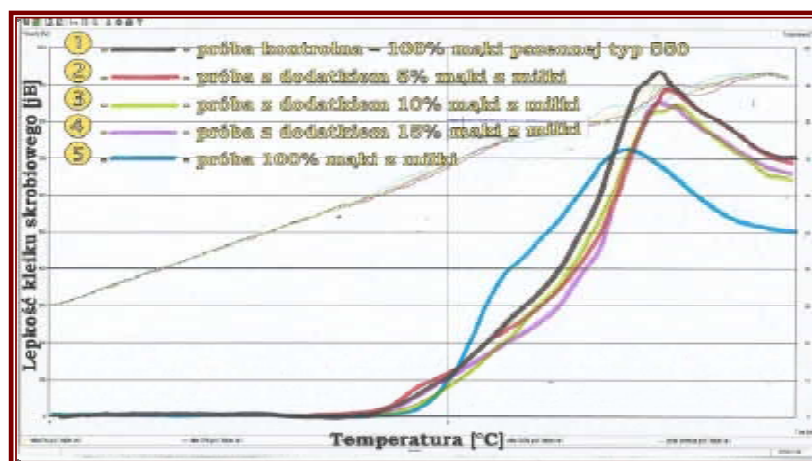


Rys. 7. Zmiany barwy ciasta pszennego pod wpływem dodatku mąki z miłki abisyńskiej (spektrofotometr Hunter ColorFlex EZ).

- 1 – próba kontrolna, ciasto z mąki pszennej Luksusowej typ 550,
- 2 – ciasto pszenne z dodatkiem 5% mąki z miłki,
- 3 – ciasto pszenne z dodatkiem 10% mąki z miłki,
- 4 – ciasto pszenne z dodatkiem 15% mąki z miłki,
- 5 – ciasto pszenne z dodatkiem 20% mąki z miłki,
- 6 – ciasto pszenne z dodatkiem 50% mąki z miłki,
- 7 – ciasto z mąki z miłki (100%) [11].

Fig. 7. Changes in the color of the wheat dough after addition of Teff flour (Hunter ColorFlex EZ spectrophotometer).

- 1 – control sample, wheat flour type 550, 2 - wheat flour with 5% flour from Teff,
- 3 – wheat flour with 10% flour from Teff,
- 4 – wheat cake with the addition of 15% flour with Teff,
- 5 – wheat cake with the addition of 20% flour from Teff,
- 6 – wheat cake with the addition of 50% flour from Teff,
- 7 – a cake made of Teff flour (100%) [11].



Rys. 8. Zmiany lepkości kleiku skrobiowego mąki pszennej Luksusowa typ 550 pod wpływem dodatku mąki z miłki abisyńskiej [11].

Fig. 8. Changes in the viscosity of the starch paste wheat flour Luksusowa typ 550 after addition of flour from Teff.

- 1 – control sample, 100% wheat flour type 550, 2 – sample wheat flour with 5% flour from Teff, 3 – sample wheat flour with 10% flour from Teff, 4 – sample wheat flour with 15% flour from Teff, 5 – sample 100% flour from Teff [11].

Tabela 2. Porównanie barwy mąki pszennej typ 550 i mąki z miłki abisyńskiej oraz wpływ dodatku mąki z miłki abisyńskiej na barwę ciasta i miększu chleba pszennego z mąki pszennej Luksusowa typ 550 [11]

Table 2. Comparison of the color of wheat flour type 550 and flour from the Teff and the effect of the addition of flour from the eragrostis teff to the color of the dough and bread crumb made of wheat flour type 550 [11]

Lp.	Badane ciasto/miększu chleba	Barwa (spektrofotometr HUNTER COLORFLEX EZ)		
		L (jasność)	+ a (czerwień)	+ b (żółcień)
1.	Mąka pszenna Luksusowa typ 550	90,97	0,59	10,81
2.	Mąka z miłki abisyńskiej	67,82	4,87	12,38
3.	Ciasto z mąki pszennej (bez dodatku)	79,35	3,15	22,27
4.	Ciasto z dod. 5% mąki z miłki	70,66	5,60	21,18
5.	Ciasto z dod. 10% mąki z miłki	66,80	6,13	21,34
6.	Ciasto z dod. 15% mąki z miłki	59,91	8,14	19,17
7.	Ciasto z dod. 20% mąki z miłki	55,12	9,37	20,72
8.	Ciasto z dod. 50% mąki z miłki	54,77	8,93	18,34
9.	Ciasto z mąki z miłki (100%)	54,11	7,59	19,62
10.	Chleb kontrolny (bez dodatku)	69,02	1,22	20,84
11.	Chleb z dodatkiem 5% mąki z miłki	57,53	4,06	18,61
12.	Chleb z dodatkiem 10% mąki z miłki	49,96	5,13	17,47
13.	Chleb z dodatkiem 15% mąki z miłki	49,37	6,15	17,30
14.	Chleb z dodatkiem 20% mąki z miłki	44,05	7,25	16,90

Tabela 3. Wpływ dodatku mąki z miłki abisyńskiej na ocenę amylograficzną i liczbę opadania mąki pszennej Luksusowa typ 550 [11]

Table 3. The influence of the addition of flour from the Teff on the amylographic evaluation and falling number of wheat flour type 550 [11]

Lp.	Badana próba	Początk. lepkość zawlesiny [JB]	Początek kleikowania skrobi		Koniec kleikowania skrobi		Liczba opadania [s]
			Temp. [°C]	Lepkość [JB]	Temp. [°C]	Maksym. lepkość [JB]	
1.	Mąka pszenna 100%	19	60,2	19	88,9	896	425
2.	Dod. mąki z miłki 5%	18	60,9	18	88,1	943	405
3.	Dod. mąki z miłki 10%	17	60,4	17	87,5	861	458
4.	Dod. mąki z miłki 15%	19	61,6	19	88,8	845	459
5.	Mąka z miłki 100%	17	65,5	17	84,5	728	470

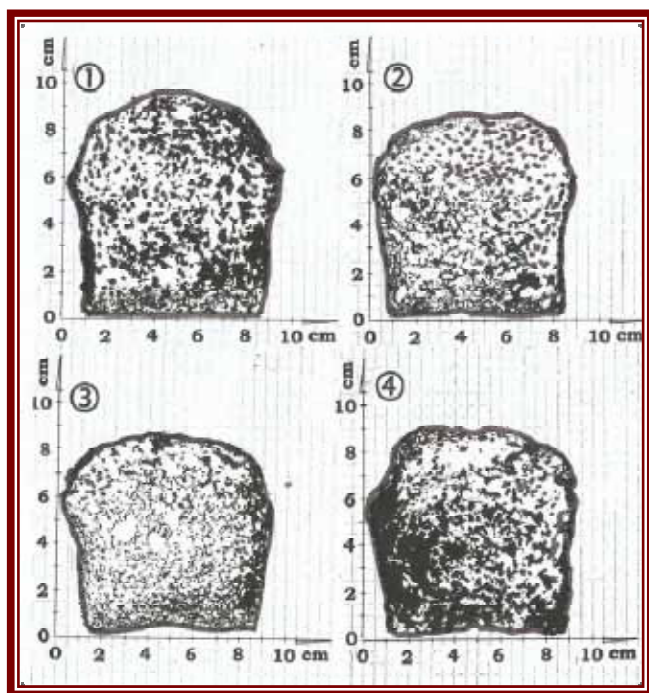
Luksusowa typ 550 i mąki uzyskanej z miłki, ciast z różnym udziałem obu mąk oraz miększów uzyskanych chlebów). We wszystkich badanych próbach określono: jasność badanych produktów (L) oraz zawartość barwników: czerwonego (+a) i żółtego (+b).

Barwa jest bardzo ważnym wyróżnikiem jakości wszystkich produktów spożywczych i zależy od wielu czynników. W wypadku mąki wpływ na barwę ma głównie ilość i wielkość cząstek okrywy owocowo-nasiennej, które dostają się do mlewa (mąki). Czyli barwa bezpośrednio zależy od wyciągu (wydajności) mąki. Innymi ważnymi czynnikami wpływającymi na barwę mąki są także: gatunek i odmiana zboża/rośliny, jego/jej barwa, struktura i barwa bielma oraz rodzaj i ilość występujących zanieczyszczeń [16].

Jak z przedstawionych wyżej danych wynika, mąka uzyskana z brązowych nasion miłki abisyńskiej była wyraźnie ciemniejsza niż, użyta w badaniach, mąka pszena Luksusowa typ 550. Oddziaływanie mąki z miłki na barwę uzyskanego ciasta i miększu wypieczonych z niego chleba było bardzo duże i istotne (rys. 7. i 8. oraz tabela 2.). Jednocześnie należy podkreślić, że zmieniona barwa miększu chlebów została pozytywnie oceniona i akceptowana przez 10. osobowy zespół oceniający cechy organoleptyczne uzyskanego pieczywa [11].

Określając wpływ mąki z nasion miłki abisyńskiej na cechy ciasta, w badaniach prowadzonych w Łomży [11], szczególną uwagę zwrócono na aktywność enzymatyczną zarówno mąki pszennej typ 550 jak i mąki z nasion miłki. W tym celu wykonano zarówno analizę amylograficzną obu mąk jak i badanie ich liczby opadania. Do przeprowadzenia analiz wykorzystano Micro Visco – Amylo – Graph Brabendera i Aparat Hagberga – Pertena [11].

Na podstawie badań amylograficznych określa się zarówno aktywność enzymatyczną mąki, aktywność zawartej w niej alfa (α) – amylazy, względnie podatność skrobi, zawartej w mące, na działania tego enzymu. Przy zawartości skrobi trudno podatnej na działanie amylazy, uzyskiwane wykresy są strome i wysokie, znacznie przekraczające lepkość 500 j.B. (umownych jednostek Brabendera) [16]. Natomiast liczba opadania (LO), określana za pomocą aparatu Hagberga – Pertena, jest miarą aktywności α – amylazy. Jest to wyróżnik jakościowy, powszechnie stosowany w praktyce piekarskiej. Alfa (α) – amylaza działa na skrobię, odbudowując (rozkładając) ją do glukozy lub maltozy, cukrów niezbędnych do fermentacji alkoholowej, poprawiając tym samym działanie drożdży piekarskich, a przez to wpływając na jakość uzyskanego pieczywa. Poziom α – amylazy powinien być niski co ogranicza rozkład skrobi w zbyt wysokim



Rys. 9. Struktura miększu chlebów pszennych z mąki Luksusowa typ 550 z różnym dodatkiem mąki z miłki abisyńskiej.

1. – próba kontrolna – bez dodatku mąki z miłki abisyńskiej,
2. – próba z dodatkiem 5%, 3. – próba z dodatkiem 10%,
4. – próba z dodatkiem 15% mąki z miłki abisyńskiej [11].

Fig. 9. The structure of bread crumbs from type wheat flour Luksusowa type 550 with various additions of Teff flour.

1. – control test - without the addition of flour from Teff,
2. – a test with the addition of 5%, 3. - a test with the addition of 10%,
4. – a sample with an addition of 15% Teff flour [11].

stopniu. To z kolei, ma bezpośredni wpływ na lepkość ciasta, a pośrednio na jakość uzyskanego pieczywa. Wysoka liczba opadania wskazuje niską aktywność α – amylazy, a tym samym wysoką przydatność mąki na cele piekarskie [5, 16].

Uzyskane wyniki badań zebrano w tabeli 3 i przedstawiono graficznie na rys. 8. i 9. Same mąki, pszenne typ 550 i z miłki, wykazywały stosunkowo niską aktywność enzymatyczną, albo wysoką odporność skrobi na działanie α – amylazy. Stwierdzone maksymalne lepkości kleików skrobiowych wynosiły odpowiednio: 896 i 728 j.B. Początek kleikowania skrobi pszennej rozpoczynał się w temp. 60,2°C, a skrobi miłki abisyńskiej w temp. nieco wyższej – 65,5°C. Jest to zgodne z ogólnymi poglądami [5, 14, 16], w myśl których, skrobie o mniejszych wymiarach granulek są bardziej odporne na działanie temperatury niż te o większych. W omawianych badaniach [11] pogląd ten w pełni znalazł potwierdzenie.

Dodatek do mąki pszennej 5., 10. lub 15% mąki z miłki powodował zmiany zarówno początkowej jak i końcowej temp. kleikowania, jak i maksymalnej lepkości kleików skrobiowych, których zmiany były większe. Przy najniższym dodatku (5%) następował wzrost maksymalnej lepkości kleiku skrobiowego o ok. 5%, a przy wyższych dodatkach, spadek o ok. 4 lub 6%, w stosunku do próby kontrolnej. Można przypuszczać, że nastąpiło to nie tylko pod wpływem aktywności enzymatycznej obu użytych mąk, ale także różnej odporności skrobi w nich zawartych, na działanie enzymów. Mogły też zachodzić różne interakcje, trudne do przewidzenia i określenia ich skutków [14, 16].

Przypuszczenie to potwierdzają przeprowadzone badania liczby opadania, będące miarą aktywności α – amylazy w ziarnie/mące. Obie użyte w badaniach mąki wykazywały wysoką liczbę opadania (mąka pszenne – 425 s, mąka z miłki – 470 s). Słowik [22] uważa, że wartości liczby opadania powyżej 300 s wskazują na niską aktywność amylolityczną. Mimo to, Jakubczyk i Haber [16] uważają, że do otrzymania ciasta chlebowego, z powodzeniem, mogą być użyte mąki, których liczba opadania mieści się w granicach 300 – 400 s.

W omawianych badaniach Dardzińskiego i wsp. [11] dodatek 5% mąki z miłki abisyńskiej do mąki pszennej, powodował spadek liczby opadania o 4,7%, a dodatki wyższe – wzrost, odpowiednio o 7,8 i 8,0% (rys. 9.). Różnice w liczbie opadania w próbach z dodatkiem 10. i 15% mąki z miłki były minimalne i nieistotne.

Istotne i znaczące zmiany pod wpływem dodatku mąki z nasion miłki abisyńskiej do mąki pszennej Luksusowej typ 550, stwierdzono natomiast w procesie wypieku chleba i cechach uzyskanego pieczywa. Znalazło to swoje odbicie, przede wszystkim, w upieku, stracie wypiekowej całkowitej, objętości pieczywa oraz strukturze jego miększu.

Próbne wypieki laboratoryjne przeprowadzono stosując jednofazową metodę prowadzenia ciasta [16]. Próbę wzorcową stanowiło ciasto z mąki pszennej Luksusowej typ 550. W próbach właściwych stosowano dodatek mąki z brązowych nasion miłki abisyńskiej w ilości: 5., 10. i 15% w stosunku do mąki pszennej. We wszystkich próbach wydajność ciasta wynosiła 162,5%. Wyniki badań przedstawiono, odpowiednio, w tabelach 4. i 5. Na rys. 9. przedstawiono strukturę, a na rys. 10 zmiany barwy miększów uzyskanych chlebów.

Tabela 4. Strata wypiekowa oraz wydajność pieczywa pszennego z różnymi dodatkami mąki z miłki abisyńskiej [11]

Table 4. Baking loss and yield of wheat bread with various additions of flour from Teff [11]

Lp.	Badana próba	Wydajność ciasta [%]	Strata wypiekowa		Wydajność pieczywa [%]
			Upiek [%]	Całkowita [%]	
1.	Próba kontrolna (bez dodatków)	162,5	14,4	17,5	133,7
2.	Próba z dod. 5% mąki z miłki	162,5	14,2	17,4	133,8
3.	Próba z dod. 10% mąki z miłki	162,5	14,2	17,4	133,9
4.	Próba z dod. 15% mąki z miłki	162,5	12,5	15,5	136,9
5.	Próba z dod. 20% mąki z miłki	162,5	12,6	15,6	135,1

Tabela 5. Zmiany objętości pieczywa pszennego pod wpływem dodatku mąki z miłki abisyńskiej [11]

Table 5. Changes in the volume of wheat bread after addition of flour from Teff [11]

Lp.	Badana próba	Objętość pieczywa:			Współczynnik objętości pieczywa [pkt]
		całkowita [cm ³]	100 g pieczywa [cm ³]	uzyskan. ze 100 g mąki [cm ³]	
1.	Próba kontrolna (bez dodatków)	1016,0	307,8	411,5	406
2.	Próba z dod. 5% mąki z miłki	961,9	291,5	381,5	381
3.	Próba z dod. 10% mąki z miłki	951,4	287,8	385,3	385
4.	Próba z dod. 15% mąki z miłki	920,6	272,4	372,8	373
5.	Próba z dod. 20% mąki z miłki	890,6	267,0	360,7	361

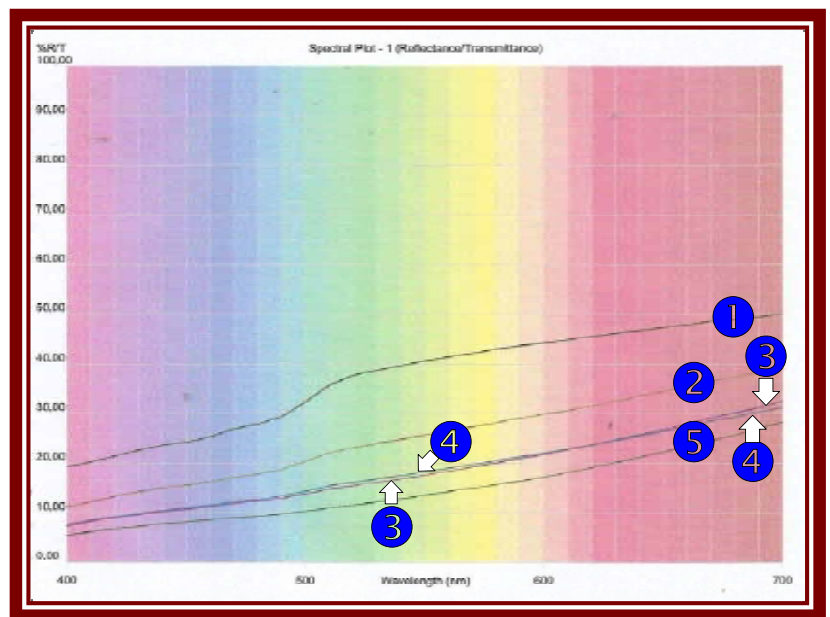
Każdy dodatek mąki z miłki abisyńskiej do pszennego ciasta chlebowego, powodował zmniejszenie strat wypiekowych (upieku i straty wypiekowej całkowitej). Przy dodatku 5. lub 10% mąki z miłki, były to zmiany minimalne, rzędu 1,5 – 0,6%, w stosunku do próby kontrolnej. Można uznać, że były to zmiany w granicach błędu. Przy dodatku 15% mąki z miłki, zarówno upiek jak i strata wypiekowa całkowita były już wyraźne i znaczące, wynoszące odpowiednio: 13,2 i 11,4%, niższe w stosunku do próby kontrolnej. Zmniejszenie obu strat wypiekowych w bezpośredni sposób przekładało się na wzrost wydajności uzyskanego pieczywa, maksymalnie następował wzrost o ok. 2,5%, w stosunku do próby kontrolnej przy maksymalnym dodatku mąki z miłki [11].

Przypuszczać należy, że stwierdzone korzystne zmiany zmniejszenia upieku i straty wypiekowej całkowitej, a w ich następstwie także zwiększenie wydajności pieczywa, bezpośrednio związane były ze skrobią zawartą w nasionach/mące miłki, a konkretnie wielkością granulek, ich wyższą wodorocłonnością i wolniejszym oddawaniem wody.

Dodatek mąki z nasion miłki abisyńskiej zdecydowanie niekorzystnie wpływał na objętość uzyskanego chleba jak i na strukturę jego miękkiszu. W tabeli 5. przedstawiono zmiany objętości całkowitej, objętości 100 g chleba i objętości chleba uzyskanego ze 100 g mąki oraz zmiany wyliczonego współczynnika objętości. Ta ostatnia wartość bezpośrednio zależy od objętości pieczywa uzyskanego ze 100 g mąki. Na rys. 9 przedstawiono strukturę miękkiszów chleba kontrolnego oraz z dodatkiem 5, 10 i 15% mąki z miłki abisyńskiej. Już nawet najniższy dodatek mąki z miłki abisyńskiej powodował obniżenie badanych objętości pieczywa o ok. 5,5%, w stosunku do próby kontrolnej. Dalsze zwiększanie udziału mąki z miłki w cieście powiększało spadek objętości pieczywa, aż o przeszło 12%, przy 20% jej dodatku. Równoległe ze wzrostem ilości dodanej mąki z miłki do ciasta, pogorszeniu ulegała struktura miękkiszu uzyskanego chleba. Stawał się on bardziej zbity, mniej pulchny o porach

mniej i gorzej wykształconych. Znalazło to odbicie w ogólnej porowatości i strukturze miękkiszu (rys. 9.), nie mówiąc o objętości pieczywa.

Obniżenie objętości pieczywa i pogorszenie struktury jego miękkiszu stwierdzali też inni autorzy, badający skutki dodatku mąki z miłki abisyńskiej do ciast chlebowych [4, 24]. Główną przyczyną obserwowanych, niekorzystnych zmian był, przede wszystkim, brak białek glutenowych w nasionach miłki abisyńskiej.



Rys. 10. Zmiany barwy miękkiszu chleba pszennego pod wpływem dodatku do ciasta mąki z miłki abisyńskiej (spektrofotometr Huntera ColorFlex EZ).

- 1 – próba kontrolna, chleb bez dodatku,
- 2 – próba z dodatkiem 5% mąki z miłki abisyńskiej,
- 3 – próba z dodatkiem 10% mąki z miłki abisyńskiej, 4 – próba z dodatkiem 15% mąki z miłki abisyńskiej, 5 – próba z dodatkiem 20% mąki z miłki abisyńskiej [11].

Fig. 10. Changes in the color of the bread crumb after addition of Teff flour (Hunter ColorFlex EZ spectrophotometer).

- 1 – control test, bread without additions Teff,
- 2 – test with 5% erigrostis teff flour, 3 – a test with the addition of 10% Teff flour,
- 4 – a test with the addition of 15% Teff flour,
- 5 – a test with the addition of 20% Teff flour [11].

Pod wpływem dodatku mąki z miłki abisyńskiej do ciasta z mąki pszennej, w badaniach Dardzińskiego i wsp. [11], stwierdzono także wyraźną zmianę zabarwienia mięksiszu uzyskanych chlebów. W miarę zwiększania dodatku mąki z miłki do ciasta, mięksisze chlebów stawały się coraz ciemniejsze (bardziej brązowe). Wyniki zebrano w tabeli 2., a także przedstawiono, w formie diagramu, na rys. 10. Zmiany barwy mięksiszów chlebów pod wpływem dodatku mąki z miłki abisyńskiej można oceniać różnie. W badaniach Dardzińskiego i wsp. [11], było to następstwo użycia odmiany miłki o nasionach ciemnych, brązowych (rys. 5.). Przypuszczać należy, że użycie miłki o nasionach jasnych (białych), nie spowodowałoby takich zmian barwy mięksiszów uzyskanych chlebów. W badaniach cytowanych wcześniej autorów [4, 24] nie badano takich aspektów. Jest natomiast pewne, że chleby ze zmienionym zabarwieniem mięksiszów, znalazły uznanie wśród zespołu oceniającego jakość chlebów [11].

W badaniach Alaunyte i wsp. [4] starano się poprawić jakość chleba zwykłego pszennego i chleba na zakwasie, poprzez dodatek mąki z miłki abisyńskiej, zastępując nią 10, 20 lub 30% mąki tradycyjnie stosowanej do sporządzenia ciasta. Stwierdzono [4], że w miarę zwiększania dodatku mąki z miłki następowało pogorszenie cech zarówno ciasta jak i otrzymanego pieczywa. Ciasto stawało się mniej stabilne, wzrastał czas jego rozwoju i zmniejszała się odporność na mieszanie, przy jednoczesnym wzroście wydajności, co było cechą wysoce korzystną. Wzrost wydajności ciasta był następstwem wyższej wodochłonności mąki z miłki abisyńskiej, natomiast zmiany czasu rozwoju i rozmiękczenia to efekt braku białek glutenowych.

Wolska i wsp. [24] badały ciasto i pieczywo uzyskane z mąki pszennej typ 750 i mąki z miłki abisyńskiej, sporządzając mieszanki, w których udział tej drugiej mąki wynosił, odpowiednio: 6, 12, 18 lub 24%. Jak we wszystkich badaniach tego typu, próbę kontrolną stanowiło pieczywo bez dodatku mąki z miłki abisyńskiej. Ciasto wytwarzano metodą bezpośrednią, jednofazową [5, 16]. Wytworzone ciasta poddano wielu badaniom, w tym ocenie amylograficznej i ocenie alwograficznej. Oba te badania pozwalają określić podstawowe cechy reologiczne ciasta, a na ich podstawie określić wartość technologiczną (wypiekową) mąki. Pod wieloma względami oceniono także uzyskane chleby.

Zarówno w badaniach Alaunyte i wsp. [4] jak i w późniejszych badaniach Wolskiej i wsp. [24], zgodnie stwierdzono pogorszenie cech uzyskanego pieczywa: obniżenie jego objętości i pogorszenie struktury jego mięksiszu. Zmianą zdecydowanie niekorzystną było pogorszenie smaku pieczywa, które stawało się wyraźnie gorzkawe. Zwracają na to uwagę przede wszystkim Alaunyte i wsp. [4]. Dla poprawy cech ciasta i chleba z dodatkiem mąki z miłki stosowali oni [4] równoległy dodatek do ciasta wybranych preparatów enzymatycznych, czyli coś w rodzaju polepszaczy enzymatycznych. Jak podają Alaunyte i wsp. [4] do tego celu mogą być wykorzystane, m.in., ksylanaza, amylaza lub oksydaza glukozywa. Stwierdzono [4], że przy dodatku tych enzymów ulegają poprawie nie tylko cechy organoleptyczne pieczywa, w tym niekorzystny gorzki smak, ale poprawie ulega także struktura jego mięksiszu.

Wzbogacaniem pieczywa tradycyjnego mąką z nasion miłki abisyńskiej zajmowali się również Mariam i wsp. [19]. Podobnie jak Dardziński i wsp. [11], dodawali oni mąkę

z miłki w ilościach: 5, 10, 15 i 20% w stosunku do mąki powszechnie stosowanej do wyprowadzenia ciasta na chleb. Cytowani autorzy [19] oceniali zarówno cechy organoleptyczne jak i żywieniowe uzyskanego chleba. Badano, m.in., zawartość białka, popiołu, liczbę opadania, jak również cechy reologiczne ciasta z przygotowanych mieszanek mącznych. Przeprowadzono także badania jakości uzyskanego pieczywa. Zwrócono uwagę, że zastąpienie mąki pszennej mąką z miłki powodowało znaczne zwiększenie zawartości popiołu i znaczne zmniejszenie zawartości białka w pieczywie. Stwierdzenie zmniejszenia zawartości białka w uzyskanym pieczywie jest trochę zaskakujące i nie stwierdzone w innych badaniach [4, 11, 24]. Bowiem zawartość białka w nasionach miłki abisyńskiej jest, mniej więcej, na takim samym poziomie jak w większości ziarna pszenicy i mąk z nich otrzymanych (tabela 1.). Zatem zastąpienie części mąki pszennej, mąką z miłki abisyńskiej, nie powinno mieć wpływu na stwierdzoną zawartość białka w uzyskanym pieczywie. Innym zagadnieniem jest stwierdzenie zmniejszenia zawartości glutenu w cieście sporządzonym z mieszanek mącznych z udziałem mąki z nasion miłki abisyńskiej. Potwierdzają to także Wolska i wsp. [24], że w miarę wzrostu dodatku mąki z miłki do mąki pszennej zmniejszała się w mieszance zawartość glutenu, przy jednoczesnym zachowaniu ilości białka ogółem na tym samym, niezmiennym poziomie.

Mariam i wsp. [19] badali także liczbę opadania mieszanek mącznych i stwierdzili, że zwiększała się ona znacząco w miarę wzrostu dodatku mąki z miłki abisyńskiej. Podobne, chociaż nie były to znaczące zmiany liczby opadania, zaobserwowali Dardziński i wsp. [11].

Wszyscy, cytowani wyżej autorzy [4, 19], zgodnie podkreślają że wzbogacanie pieczywa nasionami miłki abisyńskiej może przyczynić się do wyższego spożycia żelaza, co byłoby szczególnie korzystne przy niedoborze tego składnika u dzieci, kobiet w wieku rozrodczym, kobiet w ciąży i kobiet karmiących. Według dokonanych wyliczeń w badaniach Alaunyte i wsp. [4] spożycie 200g chleba z dodatkiem miłki abisyńskiej (na poziomie 10%), może przyczynić się do pokrycia ponad 75% dziennej dawki zapotrzebowania na żelazo.

Są doniesienia, że wzbogacanie pieczywa nasionami miłki abisyńskiej lub produktami z nich uzyskanymi (mąką) już znalazło zastosowanie w praktyce. Lebedzińska i wsp. [18] opracowali i wdrożyli receptury na mieszanki wypiekowe i sam wypiek pieczywa dietetycznego, prozdrowotnego, w skład którego wchodzi, między innymi, mąka z miłki abisyńskiej.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Nasiona miłki abisyńskiej jak i produkty z nich otrzymane (np.: mąka pełnowyciągowa) to cenne źródło wielu składników odżywczych, niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego.

Tak jak w składzie chemicznym ziarna podstawowych zbóż tradycyjnych, tak i w nasionach miłki abisyńskiej, najważniejsze i występujące w największych ilościach są trzy grupy związków chemicznych: białka, sacharydy (a wśród nich przede wszystkim skrobia) i tłuszcze.

Pod względem zawartości białka ogółem nasiona miłki abisyńskiej zdecydowanie ustępują np. nasionom soi, ale dorównują natomiast ziarnu pszenicy, jęczmienia czy kukurydzy.

Podobnie jest z zawartością tłuszczu, z tym, że różnice między nasionami miłki i soi są jeszcze większe niż w wypadku białka ogółem. Ogólna zawartość tłuszczu jest też niższa niż w ziarnie kukurydzy czy owsa, natomiast jest zbliżona do poziomu jaki występuje w ziarnie innych zbóż, pszenicy, żyta czy jęczmienia. Nie ma istotnych różnic w składzie kwasów tłuszczowych miłki abisyńskiej w porównaniu z ziarnem zbóż czy nasion soi.

Wśród sacharydów dominuje skrobia, której granulki są małe, ale wyrównane pod względem wielkości, co ma wpływ na jej właściwości technologiczne, jak np. zdolność wiązania wody.

Nasiona miłki abisyńskiej mają wysoką wartość energetyczną. Pod tym względem przewyższają nie tylko ziarno zbóż – ryżu, żyta czy pszenicy, ale nawet nasiona soi, które są znacznie zasobniejsze w składniki wysokoenergetyczne, jakimi są, przede wszystkim, tłuszcze.

Skład chemiczny nasion miłki abisyńskiej, wyraźnie wskazuje na jej wartość i walory jako rośliny o działaniu prozdrowotnym. Drugim ważnym czynnikiem świadczącym o wysokiej wartości prozdrowotnej jest brak w jej nasionach białek glutenowych: gliadyny i gluteniny. Jest to istotne nie tylko dla chorych na celiakię, bowiem coraz częściej uważa się, że dieta bezglutenowa jest lepsza od diety tradycyjnej i bardziej pomocna przy wielu innych schorzeniach, jak np. alergiach, nie mówiąc o chemioterapii.

Nasiona miłki wykorzystywane są, przede wszystkim, do przemiału na mąkę, względnie do produkcji napojów alkoholowych. Najwłaściwszym wykorzystaniem mąki jest jej użycie do produkcji pieczywa. Potwierdzają to badania przeprowadzone w wielu krajach, w tym również w Polsce. Najczęściej mąka z nasion miłki abisyńskiej wykorzystywana była jako dodatek wzbogacający tradycyjne pieczywo, przede wszystkim pszenne. Podejmowano próby jej wykorzystania zarówno do pieczywa drożdżowego jak i ukwaszonego.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że dodatek mąki z miłki abisyńskiej, nie powinien przekraczać 10% w stosunku do użytej mąki podstawowej. Ograniczenie to wynika ze znacznego pogorszenia cech technologicznych uzyskanego ciasta, spowodowane obniżeniem zawartości glutenu (mąka z miłki abisyńskiej nie zawiera białek glutenowych). Efektem tego jest również spadek objętości pieczywa, a tym samym pogorszenie cech jego mięksiszu. Drugim czynnikiem ograniczającym wysokość dodatku mąki z miłki abisyńskiej do ciast/pieczywa tradycyjnego jest niekorzystny, gorzkawy jego posmak.

Mimo tych ograniczeń są już dostępne na rynku mieszanki wypiekowe nadające się do wykorzystania zarówno w piekarniach jak i do wypieku domowego.

LITERATURA

- [1] **ACHREMOWICZ B., T. HABER. 2017.** „Wykorzystanie bezglutenowego ziarna miłki abisyńskiej (teff) jako surowca w piekarstwie”. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 61(6): 14 – 18.
- [2] **ACHREMOWICZ B., T. HABER, G. JAWORSKA. 2017.** „Poprawa jakości chleba bezglutenowego”. *Przegląd Zbożowo-Młynarski* 61(3): 39 – 43.
- [3] **ADEBOWALE A.-R. A., M. N. EMMAMBUX, M. BEUKES, J. R. N. TAYLOR. 2011.** „Fractionation and characterization of teff proteins”. *Journal of Cereal Science* 54: 380-386.
- [4] **ALAUNYTE I., V. STOJCESKA, A. PLUNKETT, P. AINSWORTH, E. DERBYSHIRE. 2012.** „Improving the quality of nutrient – rich Teff (*Eragrostis tef*) breads by combination of enzymes in straight dough and sourdough breadmaking”. *Journal of Cereal Science* 55: 22 – 30.
- [5] **AMBROZIAK Z. 1998.** *Produkcja piekarsko – ciastkarska. Cz. 1. Warszawa: WSzP: 203 – 205.*
- [6] **ARENDE E.K., E.ZANNINI. 2013.** *Cereal grains for the food and beverages industries. Woodhead Publishing Limited: 351 – 368.*
- [7] **BEKELE E. 1998.** „Essential and non-essential amino acids in free state and in the major protein fractions of teff seeds”. *Ethiopian Journal of Sciences* 18: 79 – 99.
- [8] **BOGACZYŃSKI K. 2007.** „Teff – zboże afrykańskie, z którego wyrabia się indżerę”. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy* 55(5): 28 – 29.
- [9] **BULTOSA G. 2007.** „Physiochemical characteristics of grain and flour teff (*Eragrostis tef*) grain varieties”. *Journal of Appl. Sc. Res.* 3: 2042 – 2051.
- [10] **CURTIS K.R., J. ENTSMINGER, M. COVEE, J. DAVISON. 2008.** *Market potential for Nevada teff production. Technical Report Un. Center for Economic Development. Un. Nevada, Reno. NV.*
- [11] **DARDZIŃSKI L., T. HABER, M. OBIEDZIŃSKI, E. SZABŁOWSKA, B. WASZKIEWICZ-ROBAK. 2017.** Niepublikowane wyniki badań prowadzonych na Wydziale Informatyki i Nauki o Żywności PWSiP w Łomży.
- [12] **DI GHIONNO L., E. G. LEE, O. MARCONI C. J. RICE, V. SILEONI, G. PERRETTI. 2017.** „Gluten-free sources of fermentable extract: effect of temperature and germination time on quality attributes of teff [*Eragrostis tef* (zucc.) trotter] malt and wort”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65(23): 4777 – 4785.
- [13] **EL-ALFY T., S. EZZAT, A. SLEEM. 2011.** “Chemical and biological study of the seed of *Eragrostis tef* (Zucc.)”. *National Product Research* 216: 619 – 629.
- [14] **GAŚSIOROWSKI H. (red.).** *Pszenica. Chemia i technologia. Poznań: PWRiL: 155– 173.*
- [15] **HOZYSZ K.K., M. SŁOWIK. 2009.** „Teff – cenne zboże bezglutenowe”. *Przegląd Gastroenterologiczny* 4(5): 239 – 240.
- [16] **JAKUBCZYK T., T. HABER (red.). 1983.** *Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Warszawa: Wyd. SGGW – AR: 268 – 278, 291 – 309.*
- [17] **KUNACHOWICZ H., B. PRZYGODA, I. NADOLNA, K. IWANOW. 1998.** *Tabele składu i wartości odżywczej żywności. Warszawa: Wyd. Lek. PZWL: 330 – 451.*

- [18] **LEBIEDZIŃSKA A., J. SZCZYPSKI, R. ŻBIKOWSKI, J. CZAJA, P. SZEFER. 2008.** „Powrót do zbóż etnicznych – pieczywo MIX „SPORT” i MIX „FITNESS””. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy* 58(3): 12 – 16.
- [19] **MARIAM M., M. ABDELMONEIM, O. GAMMA. 2009.** „Evaluation of Wheat Breads Supplemented with Teff (*Eragrostis tef* (ZUCC.) Trotter Grain Flour”. *Australian Journal of Crop Science* 3 (4): 207-212.
- [20] **SERNA – SALDIVAR S.O. 2010.** *Cereal Grains. Properties, processing and nutritional attributes.* CRS Press, Boca Raten – London – New York: 83 – 105.
- [21] **SEYFU K. 1997.** „Tef. *Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter. Promoting the conservation and use of underutilized crops”. Rome: Institute Plant, Genetics and Crop Research.
- [22] **SŁOWIK E. 2006.** „Ocena jakości mąki – przegląd najczęściej stosowanych metod badania mąki” (część 1). *Przegląd Piekarski i Cukierniczy* 54 (11): 14 – 18.
- [23] **TAYLOR J.R., M.N. EMMAMBUX. 2008.** „Products containing Rother specialty grains: sorghum, millets and pseudocereals”. In: Hamaker B. (Ed.): *Technology and Functional Cereal Products.* Woodhead Publ. Abington, UK: 281 – 335.
- [24] **WOLSKA P., A. CEGLIŃSKA, J. WOJNIOŁOWICZ. 2012.** „Ocena jakości pieczywa pszennego z udziałem mąki teffu”. *Acta Agrophysica* 19(3): 689 – 697.
- [25] <http://www.milletplace.com/#top>
- [26] https://pl.wikipedia.org/wiki/Mi%C5%82ka_abisy%C5%84ska
- [27] https://pl.wikipedia.org/wiki/Przestrze%C5%84_barw_L,a,b
- [28] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Ynd%C5%BCera>
- [29] www.izito.pl/Dobre_Wyniki