

RAFAŁ ZIOBRO, DOROTA LITWINEK, BARBARA MICKOWSKA

## PORÓWNANIE SKŁADU CHEMICZNEGO I WŁAŚCIWOŚCI TEKSTURALNYCH MUFFIN Z MIESZANKI BEZGLUTENOWEJ I MĄK OWSIANYCH

### Streszczenie

Handlowa mąka owsiana i certyfikowana bezglutenowa mąka owsiana z pełnego przemiału były surowcami do produkcji muffin według receptury na bezglutenowe wyroby ciastkarskie. Użycie mąk owsianych w miejsce mieszanki mąki ryżowej i kukurydzianej ze skrobią kukurydzianą spowodowało istotny ( $p \leq 0,05$ ) wzrost zawartości białka ogółem ( $9,11 \div 10,29$  % s.m.), tłuszczu całkowitego ( $15,06 \div 15,41$  % s.m.) i związków mineralnych w postaci popiołu ogółem ( $1,75 \div 2,03$  % s.m.) w otrzymanych muffinach. Szczególnie duże zmiany stwierdzono w przypadku frakcji błonnika, którego zawartość zwiększyła się niemal trzykrotnie po zastosowaniu mąki całościarnowej. Mąki owsiane, zwłaszcza bezglutenowa, były w muffinach źródłem znaczących ilości  $\beta$ -D-glukanów ( $2,89$  % s.m.), stanowiących ważny składnik rozpuszczalnej frakcji włókna pokarmowego. Różnice w objętości uzyskanych muffin były statystycznie istotne ( $p \leq 0,05$ ), lecz niewielkie i nie wpłynęły znacząco na parametry tekstury. W przypadku produktów owsianych parametry te zmieniały się wolniej w całym okresie przechowywania. Muffiny z mąki owsianej charakteryzowały się mniejszą twardością ( $34,8 \div 36,9$  N) w porównaniu z produktami z mieszanki mąk ( $51,0$  N) już w dniu wypieku, a różnice te pogłębiały się po upływie kolejnych 3 dni przechowywania (odpowiednio:  $40,8 \div 44,1$  N,  $88,8$  N). Niezależnie od typu zastosowanej mąki owsianej produkty otrzymane z niej charakteryzowały się korzystnym wyglądem zewnętrznym oraz przyjemnym smakiem i zapachem. Spośród analizowanych mąk owsianych, jedynie certyfikowana mąka bezglutenowa zapewniła odpowiednio małą zawartość białek glutenowych ( $12,8$  mg glutenu/kg), dzięki czemu uzyskane produkty można było uznać za bezglutenowe. Muffiny z mąki owsianej handlowej ( $166,0$  mg glutenu/kg) mogą być zatem spożywane jedynie przez osoby zdrowe, wybierające produkty owsiane ze względu na ich walory prozdrowotne i smakowe.

**Słowa kluczowe:** mąka owsiana, muffiny bezglutenowe, skład chemiczny, tekstura

## Wprowadzenie

Mąka owsiana rzadko jest stosowana do produkcji ciastkarskiej, pomimo odpowiednich walorów żywieniowych i sensorycznych [5]. Wiąże się to z nieobecnością glutenu, który w typowym pieczywie, wytwarzanym z mąki pszennej, często decyduje o strukturze i właściwościach mechanicznych uzyskiwanych produktów [16].

Opracowano wiele receptur na produkty przeznaczone dla osób chorych na celiakię, w których mąka pszenna została zastąpiona przez odpowiednie mieszanki mąk bezglutenowych. Skłania to do wykorzystania w nich mąk owsianych, które mogą stanowić alternatywę dla mąki ryżowej i kukurydzianej oraz kompozycji mąk bezglutenowych. Zgodnie z Codex Alimentarius [6], przetwory owsiane mogą być wprowadzone do diety większości osób nietolerujących glutenu, jednak decyzja taka powinna być regulowana krajowymi przepisami. Produkty owsiane wykorzystywane w diecie osób chorych na celiakię powinny spełniać podstawowe wymagania stawiane żywności bezglutenowej – muszą być w szczególny sposób produkowane, przygotowywane lub przetwarzane, aby uniknąć zanieczyszczenia ziarnem pszenicy, żyta i jęczmienia, a zawartość glutenu w takich produktach nie może przekraczać 20 mg/kg [6, 21].

Produkty bezglutenowe, zgodnie z wytycznymi Codex Alimentarius [6], powinny dostarczać podobną ilość składników odżywczych jak produkty tradycyjne. Osiągnięcie w bezglutenowych produktach zbożowych składu chemicznego podobnego jak w produktach glutenowych jest prawie niemożliwe ze względu na całkowicie odmienny skład chemiczny podstawowego surowca. Produkty bezglutenowe na ogół odznaczają się niższą wartością odżywczą, wynikającą z mniejszej zawartości białka, włókna pokarmowego, witamin i soli mineralnych [12, 27]. Brak glutenu w produktach piekarskich wpływa także na ich teksturę [8, 15, 24]. Poszukiwane są więc dodatki, które wpłyną zarówno na zwiększenie wartości odżywczej produktów bezglutenowych, jak również na ich objętość i teksturę. Surowce wzbogacające często muszą być limitowane, gdyż znacznie pogarszają teksturę produktu finalnego [2, 9, 10]. Stosowanie mąki owsianej jako całkowitego zamiennika mąki bezglutenowej, tj. mieszanki mąki ryżowej i kukurydzianej ze skrobią kukurydzianą, przy produkcji pieczywa bezglutenowego może być zatem uzasadnione szczególnymi prozdrowotnymi właściwościami ziarna owsa i jego przetworów [5].

Celem pracy było porównanie składu chemicznego i parametrów tekstury muffin wypieczonych z mąki bezglutenowej i mąki owsianej, bez udziału i z udziałem naparu kawy.

## Material i metody badań

Material doświadczalny stanowiły muffiny wypiekane z własnej kompozycji mąki bezglutenowej — MS, składającej się z mąki ryżowej (50 %) (Thai Pride, Tajlan-

dia), skrobi kukurydzianej (35 %) (Roquette, Francja) i mąki kukurydzianej (15 %) (Boly Zrt, Węgry) oraz dostępnych na rynku mąk owsianych: mąki owsianej handlowej z owsa uprawianego w Polsce – MOH (Młyn Gospodarczy Paweł Bogutyn, Polska) oraz całościarnowej mąki owsianej firmy PROVENA, wyprodukowanej z czystego certyfikowanego ziarna owsa bezglutenowego uprawianego w Finlandii – MOBG.

Muffiny przygotowywano ze 180 g odpowiedniej mąki, 100 g cukru, 50 g maślanki naturalnej, 30 g oleju rzepakowego, 5 g bezglutenowego proszku do pieczenia i 3 szt. jaj (ok. 153 g), zakupionych w lokalnym sklepie. Suche i mokre składniki (poza białkami jaj) łączono za pomocą miksera ręcznego, na końcu dodawano pianę ubitą z białek. Ciasto w ilości 45 g przekładano do silikonowych foremek do wypieku muffin i wypiekano w temp. 180 °C przez 25 min. Wypiekano również muffiny z ww. mąk z udziałem dodatku smakowo-zapachowego w postaci naparu z kawy (oznaczonych odpowiednio KS, KOH, KOBG). W tych recepturach 30 g maślanki naturalnej zastępowano 30 g naparu kawy, który uprzednio przygotowano, zalewając 15 g zmielonej kawy (Woseba Arabica, Woseba Sp. z o.o, Polska) wrzącą wodą do objętości 100 ml.

Po wypieczeniu określano objętość (objętościomierzem VolScan Profiler 60, Stable Micro Systems, Wielka Brytania) i wysokość muffin oraz wilgotność miększu (AOAC 925.10).

Skład chemiczny muffin, bez udziału naparu z kawy, określano w próbkach wysuszonych i rozdrobnionych w młynku bijakowym. Metodami AOAC [1] oznaczano zawartość: białka ogółem (AOAC 950.36), związków mineralnych w postaci popiołu całkowitego (AOAC 930.05) i włókna pokarmowego ogółem, w tym frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej w wodzie (AOAC 935.38). Zawartość tłuszczu surowego oznaczano zgodnie z PN-A-74108:1996 [19]. Ponadto metodą R5-ELISA oznaczano zawartość białek glutenowych, używając zestawu odczynników Ridascreen® (R-Biopharm, Niemcy). W analizie tej wykorzystano monoklonalne przeciwciało R5, które rozpoznaje toksyczne sekwencje aminokwasów (epitopy) QQPFP, QQQFP, LQPFP i QLFPF w gliadynie pszenicy i w odpowiadającym jej białkom glutenowym zawartym w jęczmieniu (hordeinie) i życie (sekalinie). Mimo że przeciwciało R5 nie wykazuje reaktywności krzyżowej z białkiem owsa, to jednak awenina zawierająca sekwencję QQQPF może także z nim przereagować [28, 29].

Do pomiaru parametrów tekstury muffin (profil tekstury, twardość i sprężystość) używano analizatora tekstury TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Wielka Brytania). Pomiarów wykonywano w dniu wypieku oraz po 3 dniach przechowywania. Analizom poddawano dolną część muffin, odcinaną na wysokości 2,5 cm. Do charakterystyki tekstury zastosowano test TPA (*texture profile analysis*). Jako element pomiarowy zastosowano sondę aluminiową P-100 o większej średnicy niż średnica próbki. Pomiarów wykonywano przy następujących ustawieniach: szybkość przesuwu sondy – 1 mm/s, 50-procentowe odkształcenie całkowitej wysokości próbki, 5 s przerwy pomiędzy

pierwszą i drugą kompresją. Na podstawie otrzymanych teksturogramów wyznaczano twardość [N], sprężystość, spójność, żujność [N] i odbojność miękiszu muffin, czyli zdolność powrotu miękiszu do formy pierwotnej. Ponadto określano twardość i sprężystość miękiszu muffin przy użyciu sondy cylindrycznej P/35, w teście penetracji, polegającym na ścisaniu próbki z prędkością 1,0 mm/s do 25 % jej pierwotnej wysokości, utrzymywaniu zadanego odkształcenia przez 30 s, a następnie wycofaniu sondy. Podczas testu próbka była umieszczana centralnie pod sondą. W celu rejestracji i analizy danych posługiwano się standardową aplikacją *Measurement of the firmness and springiness of muffins* – MUF1/P36R (Stable Micro Systems, Wielka Brytania).

Ocenę organoleptyczną ostudzonych muffin przeprowadził piętnastoosobowy przeszkolony zespół oceniający, o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej, metodą 5-punktową, zgodnie z PN-A-88115:1998 [20] z modyfikacją własną, uwzględniającą wymagania dotyczących wyrobów z ciast biszkoptowo-tłuszczowych. Oceniano wyróżniki jakości sensorycznej: wygląd zewnętrzny, strukturę, smak i zapach.

Wyniki przedstawiono w postaci wartości średnich z minimum 2 powtórzeń i odchyłeń standardowych. Do oceny statystycznej wyników zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Duncana przy  $p = 0,05$ . Obliczenia wykonano w programie Statistica v.10 (StatSoft Inc., USA).

## Wyniki i dyskusja

Zarówno objętość, jak i wysokość muffin zależały istotnie ( $p \leq 0,05$ ) od mąki zastosowanej do ich wypieku (tab. 1). Największą objętością charakteryzowały się muffiny wyprodukowane z mąki owsianej handlowej, niezależnie od tego, czy w ich recepturze uwzględniono udział naparu kawy. Muffiny te wyróżniały się jednocześnie dużą wysokością, a zatem lepszym wyrośnięciem od pozostałych. Najniższe były muffiny z własnej kompozycji mąki bezglutenowej, mimo że ich objętość była nieznacznie większa od tych z całościarnowej bezglutenowej mąki owsianej. Mała objętość tych ostatnich muffin wynikała ze składu mąki całościarnowej użytej do wypieku, która zawierała znacznie więcej włókna pokarmowego niż pozostałe mąki. Włókno pokarmowe, a zwłaszcza jego nierozpuszczalna frakcja wpływa negatywnie na objętość produktów piekarskich [9, 10].

Muffiny otrzymane ze standardowej kompozycji mąki bezglutenowej odznaczały się znacznie mniejszą zawartością poszczególnych składników odżywczych, w porównaniu z pozostałymi badanymi muffinami (tab. 2). Wpływ na uzyskane wyniki wywarła przede wszystkim zastosowana mąka, gdyż pozostałe składniki ciasta, tj. cukier, maślanka naturalna, olej rzepakowy i jaja występowały w tych samych ilościach we wszystkich recepturach.

Tabela 1. Charakterystyka fizyczna badanych muffin

Table 1. Physical profile of analyzed muffins

Rodzaj muffin Type of muffins	Objętość [cm <sup>3</sup> ] Volume [cm <sup>3</sup> ]	Wysokość [cm] Height [cm]
MS	102 <sup>c</sup> ± 3	47.86 <sup>a</sup> ± 0.74
MOBG	99 <sup>b</sup> ± 4	51.61 <sup>c</sup> ± 1.02
MOH	108 <sup>d</sup> ± 2	53.85 <sup>d</sup> ± 2.39
KS	105 <sup>c</sup> ± 2	46.96 <sup>a</sup> ± 1.34
KOBG	96 <sup>a</sup> ± 2	49.22 <sup>b</sup> ± 0.90
KOH	107 <sup>d</sup> ± 3	53.86 <sup>d</sup> ± 1.50

Objaśnienia/Explanatory notes:

MS – muffiny standardowe z mąką bezglutenową / standard muffins with gluten-free wholemeal flour; MOBG – muffiny z mąką owsianą bezglutenową / muffins with gluten-free oat whole-meal flour; MOH – muffiny z mąką owsianą handlową / muffins with commercial oat flour. Próbkę z literą K, w miejsce M, zawierają napar kawy / Samples with a K letter instead of M letter contain coffee infusion.

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 6. Wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach różnią się statystycznie istotnie przy p ≤ 0,05./ Mean values in columns and denoted by different letters differ statistically significantly at p ≤ 0.05.

Tabela 2. Skład chemiczny badanych muffin bez udziału naparu z kawy

Table 2. Chemical composition of analyzed muffins without the addition of coffee infusion

Zawartość Content		Rodzaj muffin / Type of muffins			
		MS	MOBG	MOH	
Białko ogółem / Total protein		6,11 <sup>a</sup> ± 0,19	10,29 <sup>c</sup> ± 0,11	9,11 <sup>b</sup> ± 0,08	
Tłuszcz surowy / Raw fat		10,89 <sup>a</sup> ± 0,06	15,06 <sup>b</sup> ± 0,05	15,41 <sup>c</sup> ± 0,08	
Zw. miner. w postaci popiołu całkowitego / Total ash		1,33 <sup>a</sup> ± 0,04	2,03 <sup>c</sup> ± 0,01	1,75 <sup>b</sup> ± 0,01	
Włókno pokarmowe Dietary fibre	Fracja rozpuszczalna Soluble fraction	0,96 <sup>a</sup> ± 0,04	3,02 <sup>c</sup> ± 0,03	1,13 <sup>b</sup> ± 0,02	
	Fracja nierozpuszczalna Insoluble fraction	1,06 <sup>a</sup> ± 0,01	2,71 <sup>c</sup> ± 0,01	1,53 <sup>b</sup> ± 0,05	
	Ogółem / Total	2,02 <sup>a</sup> ± 0,02	5,73 <sup>c</sup> ± 0,04	2,65 <sup>b</sup> ± 0,07	
	β-D-glukany β-D-glucans	0,10 <sup>a</sup> ± 0,01	2,89 <sup>c</sup> ± 0,01	1,16 <sup>b</sup> ± 0,01	
Gluten (R5 ELISA)		[mg/kg]	15,4	12,8	166,0

Objaśnienia/Explanatory notes:

MS – muffiny standardowe z mąką bezglutenową / standard muffins with gluten-free flour; MOBG – muffiny z mąką owsianą bezglutenową / muffins with gluten-free wholemeal oat flour; MOH – muffiny z mąką owsianą handlową / muffins with commercial oat flour.

W tabeli przedstawiono wartości średnie  $\pm$  odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations;  $n = 2$ . Wartości średnie oznaczone różnymi literami w rzędach różnią się statystycznie istotnie przy  $p \leq 0,05$  / Mean values in rows and denoted by different letters differ statistically significantly at  $p \leq 0.05$ .

Zawartość białka ogółem i popiołu w muffinach z mąki owsianej bezglutenowej była istotnie większa ( $p \leq 0,05$ ) niż w muffinach z mąki owsianej handlowej (tab. 1). Zawartość tłuszczu w muffinach z mąk owsianych była zbliżona (mimo różnicy statystycznie istotnej –  $p \leq 0,05$ ) i o około 30 % większa niż zawartość tłuszczu w muffinach wypieczonych z własnej kompozycji mąki bezglutenowej (tab. 1).

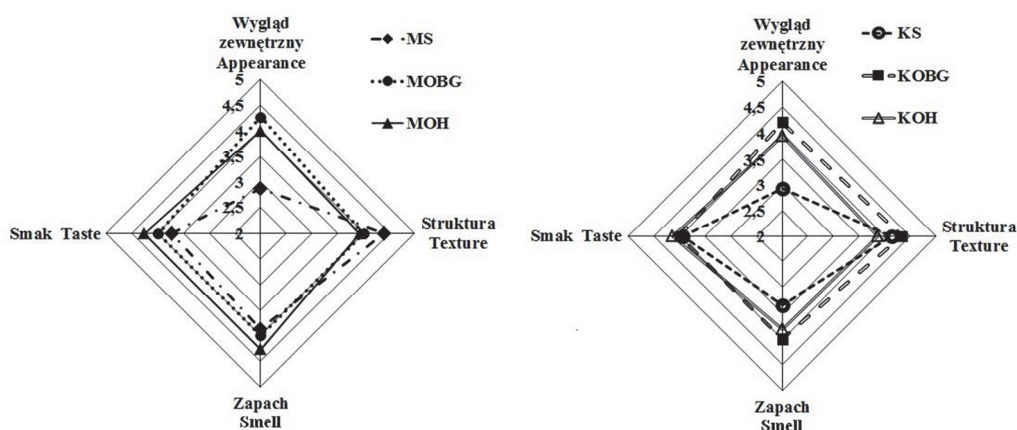
Zawartość włókna pokarmowego w muffinach wypieczonych z mąki owsianej handlowej była prawie dwukrotnie mniejsza niż w muffinach, w skład których wchodziła mąka owsiana bezglutenowa. W muffinach tych oznaczono również więcej frakcji rozpuszczalnej włókna pokarmowego, w tym  $\beta$ -glukanów. Istotnie mniejszą ( $p \leq 0,05$ ) zawartość włókna pokarmowego, zarówno frakcji rozpuszczalnej, jak i nierozpuszczalnej, oznaczono w muffinach z kompozycji mąki bezglutenowej. W wyrobach tych praktycznie nie stwierdzono obecności  $\beta$ -glukanów (tab. 1).

Mąki owsiane mają inny skład chemiczny niż mąka ryżowa i kukurydziana oraz skrobia kukurydziana stosowane do produkcji muffin. Większa zawartość tłuszczu i białka powoduje poprawę smakowitości produktów, składniki te wpływają bowiem na uwalnianie związków lotnych, wpływając tym samym na smak i zapach [13].

Produkty bezglutenowe są żywnością specjalnego przeznaczenia żywieniowego, dlatego szczególnie ważne jest, aby zawartość glutenu była w nich ściśle kontrolowana. Żywność przeznaczona do bezpośredniego spożycia może być określana mianem bezglutenowej wówczas, gdy zawiera mniej glutenu niż 20 mg/kg produktu. Spośród badanych próbek jedynie muffiny wypieczone z własnej kompozycji mąki bezglutenowej i mąki owsianej bezglutenowej spełniały to kryterium (tab. 1), dlatego można je nazwać bezglutenowymi. Jak wykazano testem ELISA, muffiny z mąki owsianej handlowej nie mogą być spożywane przez osoby chore na celiakię. Mąka stanowiąca ich podstawowy składnik była produkowana z odmian owsa uprawianego w Polsce i pozyskiwana w zakładzie, w którym przetwarzają się produkty zawierające gluten, co mogło doprowadzić do jej wtórnego zanieczyszczenia podczas przemiału. Ponadto immunoreaktywność owsa w dużej mierze zależy od odmiany tego zboża [3]. Zawartość glutenu w różnych przetworach owsianych jest bardzo zmienna i może wynosić nawet 4000 mg/kg [11, 26]. Dlatego produkty owsiane stosowane w diecie osób z chorobą trzewną powinny być każdorazowo badane, aby były w pełni bezpieczne dla tych osób.

Do produkcji bezglutenowych wyrobów ciastkarskich zazwyczaj używana jest mąka ryżowa, uboga w składniki odżywcze [12]. Stosowanie innych dodatków często prowadzi do obniżenia jakości tych produktów i uzyskania niezadowolającej jakości sensorycznej [4, 14, 15, 24]. Na ocenę konsumencką duży wpływ wywiera wygląd

zewnątrzny ocenianego produktu oraz jego zapach, smak i tekstura. Muffiny badane w pracy, sporządzone z własnej kompozycji mąki bezglutenowej (mąki ryżowej, skrobi kukurydzianej i mąki kukurydzianej), zostały najniżej ocenione podczas oceny organoleptycznej, niezależnie od tego, czy stosowano udział naparu kawy (rys. 1). Najniższa ocena tych produktów wynikała z ich niekorzystnego wyglądu zewnętrznego, spowodowanego niewielkim wyrośnięciem oraz brakiem charakterystycznego górnego pęknięcia. Muffiny te zostały także niżej ocenione za smak i zapach (rys. 1).



Objaśnienie symboli jak pod tab. 1. / Explanation of symbols as in Tab. 1.

Rys. 1. Wyniki oceny organoleptycznej badanych muffin

Fig. 1. Results of organoleptic assessment of tested muffins

Na wysoką ocenę smaku i zapachu muffin z mąką owsianą wpłynął prawdopodobnie przyjemny „orzechowy” posmak, odczuwalny także przy dodatku przetworów owsianych do tradycyjnych wypieków z surowców glutenowych [5].

Głównym czynnikiem strukturotwórczym w produktach piekarskich jest gluten, a jego usunięcie z produktów prowadzi do zmniejszenia objętości i pogorszenia tekstury produktów bezglutenowych [14]. Brak glutenu w mniejszym stopniu wpływa na jakość wyrobów ciastkarskich, w porównaniu z typowym pieczywem z mąką chlebowych z udziałem drożdży. Zasadniczy wpływ na objętość wyrobów z ciast biszkoptowo-tłuszczowych, do których można zaliczyć muffiny, ma bowiem jakość tłuszczów dodawanych do ciasta [22].

Jakość bezglutenowych wyrobów ciastkarskich zależy od ich wilgotności i tekstury. Parametry te ulegają znacznym zmianom podczas przechowywania. Wilgotność produktów piekarskich w dniu wypieku zależy zwykle od ilości wody dodanej wraz z surowcami, stosowanych dodatków, wodorochłonności poszczególnych surowców oraz parametrów podczas wypieku [16]. Wilgotność muffin bezglutenowych w dniu wypie-

ku wynosiła od 29,7 do 35,7 % (tab. 3) i w większości różnice między próbkami pod względem tego parametru były statystycznie nieistotne ( $p \leq 0,05$ ). Istotnie mniejszą ( $p \leq 0,05$ ) wilgotnością wyróżniały się muffiny z własnej kompozycji mąki bezglutenowej z udziałem naparu kawy (KS). Zdecydowanie mniejszą wilgotność ( $21,0 \div 31,6$  %) muffin oznaczyli Man i wsp. [14] oraz Bhaduri [4] ( $24,8 \div 26,6$  %). Wilgotność muffin, także tych z udziałem kawy, po przechowywaniu malała średnio o 3 % w odniesieniu do dnia wypieku. Nie stwierdzono natomiast wpływu użycia różnych rodzajów mąki na wilgotność badanych ciastek.

W celu prześledzenia zmian cech tekstury podczas przechowywania muffin przeprowadzono test TPA, z uwzględnieniem warunków zbliżonych do przyjętych przez innych autorów w podobnych badaniach [4, 15, 23]. Dodatkowo przeanalizowano twardość i sprężystość mięksizu podczas testu penetracji

Niezależnie od zastosowanej metody pomiaru, uzyskane wartości były ze sobą porównywalne. Twardość badanych muffin z mąk owsianych, oznaczona testem TPA, zawierała się w granicach  $33,1 \div 38,8$  N, podczas gdy muffiny wypiekane z własnej kompozycji mąki bezglutenowej charakteryzowały się dużo większą wartością tego parametru (tab. 3). Pomimo najmniejszej objętości, muffiny z mąki owsianej bezglutenowej nie okazały się istotnie ( $p \leq 0,05$ ) twardsze od muffin na bazie mąki owsianej handlowej. W badaniach innych autorów twardość muffin oznaczana testem TPA wahała się w dość szerokich granicach  $4,42 \div 123$  N [15, 23], co jest wynikiem stosowania zupełnie innych receptur oraz surowców, w tym mąki pszennej.

Mniejszą sprężystość mięksizu, oznaczoną sondą P/35, miały muffiny z własnej kompozycji mąki bezglutenowej, natomiast nie stwierdzono podobnych zależności po przeprowadzeniu testu TPA. Nie zaobserwowano wyraźnego wpływu stosowania różnych mąk owsianych na spójność mięksizu muffin, jedynie ciastka z własnej kompozycji mąki bezglutenowej odznaczały się istotnie większą ( $p \leq 0,05$ ) spójnością i odbojnością w odniesieniu do muffin owsianych z tymi samymi dodatkami (tab. 3). W dniu wypieku i po 3 dniach przechowywania statystycznie istotnie największą ( $p \leq 0,05$ ) żujnością charakteryzowały się muffiny z własnej kompozycji mąki bezglutenowej, niezależnie od stosowania udziału naparu kawy (tab. 3).

Parametry tekstury badanych muffin, oznaczone testem TPA, zawierały się w podobnym zakresie, jaki uzyskali Matos i wsp. [15], w badaniach dotyczących wpływu różnych białek na jakość muffin bezglutenowych, oraz Bhaduri [4], oceniający możliwość zastosowania komosy ryżowej w produkcji bezglutenowych muffin. Muffiny jako wyrób z ciasta biszkoptowo-tłuszczowego powinny odznaczać się delikatnym, miękkim mięksizem, czyli powinny wykazywać jak najmniejszą twardość i żujność, ale wysoką sprężystość, a także niewielką odbojność, co jest charakterystyczne dla produktów zawierających cukry i tłuszcze [23].



Tabela 3. Wyniki analizy profilu tekstury (TPA) oraz testu penetracji badanych muffin w dniu wypieku i po 3 dniach przechowywania  
 Table 3. Results of texture profile analysis (TPA) and penetration test of analyzed muffins on the day of baking them and after 3 days of storage

Rodzaj muffin Type of muffin	Test TPA / TPA test						Test penetracji Penetration test		
	Wilgotność Moisture [%]	Twardość Hardness [N]	Sprężystość Springiness	Spójność Cohesiveness	Żujność Chewiness [N]	Odbojność Resilience	Twardość Hardness [N]	Sprężystość Springiness	
Dzień wypieku / Day of baking									
MS	34,9 <sup>b</sup> ± 1,6	51,0 <sup>b</sup> ± 5,9	0,90 <sup>a</sup> ± 0,03	0,58 <sup>c</sup> ± 0,03	26,5 <sup>c</sup> ± 3,5	0,28 <sup>c</sup> ± 0,02	20,4 <sup>d</sup> ± 1,0	65,4 <sup>c</sup> ± 1,3	
MOBG	34,5 <sup>b</sup> ± 0,5	36,9 <sup>a</sup> ± 0,9	0,85 <sup>a</sup> ± 0,03	0,50 <sup>b</sup> ± 0,03	12,6 <sup>a</sup> ± 1,5	0,23 <sup>b</sup> ± 0,02	11,6 <sup>ab</sup> ± 0,1	54,5 <sup>b</sup> ± 0,9	
MOH	34,2 <sup>b</sup> ± 0,3	34,8 <sup>a</sup> ± 2,3	0,85 <sup>a</sup> ± 0,01	0,45 <sup>ab</sup> ± 0,01	11,6 <sup>a</sup> ± 3,3	0,17 <sup>a</sup> ± 0,02	12,0 <sup>ab</sup> ± 0,1	54,0 <sup>b</sup> ± 7,8	
KS	31,4 <sup>a</sup> ± 1,5	46,9 <sup>b</sup> ± 0,8	0,84 <sup>a</sup> ± 0,01	0,57 <sup>c</sup> ± 0,04	16,2 <sup>b</sup> ± 0,5	0,29 <sup>c</sup> ± 0,03	17,2 <sup>c</sup> ± 3,1	62,8 <sup>c</sup> ± 4,8	
KOBG	35,7 <sup>b</sup> ± 0,6	33,1 <sup>a</sup> ± 0,5	0,83 <sup>a</sup> ± 0,01	0,41 <sup>a</sup> ± 0,03	9,3 <sup>a</sup> ± 1,5	0,18 <sup>a</sup> ± 0,02	9,5 <sup>a</sup> ± 1,0	48,8 <sup>a</sup> ± 1,5	
KOH	33,8 <sup>b</sup> ± 1,1	38,8 <sup>a</sup> ± 1,0	0,85 <sup>a</sup> ± 0,03	0,41 <sup>a</sup> ± 0,05	10,2 <sup>a</sup> ± 1,7	0,16 <sup>a</sup> ± 0,03	12,4 <sup>ab</sup> ± 0,2	44,3 <sup>a</sup> ± 0,1	
3 dzień przechowywania / 3rd day of storing									
MS	31,3 <sup>b</sup> ± 0,9	88,8 <sup>b</sup> ± 3,5	0,76 <sup>c</sup> ± 0,01	0,28 <sup>b</sup> ± 0,03	18,9 <sup>d</sup> ± 0,2	0,12 <sup>a</sup> ± 0,01	33,4 <sup>b</sup> ± 5,3	18,3 <sup>a</sup> ± 3,6	
MOBG	31,5 <sup>b</sup> ± 0,7	40,8 <sup>a</sup> ± 3,3	0,71 <sup>bc</sup> ± 0,01	0,29 <sup>b</sup> ± 0,02	8,9 <sup>a</sup> ± 0,6	0,12 <sup>a</sup> ± 0,01	16,3 <sup>a</sup> ± 1,3	42,3 <sup>bc</sup> ± 0,1	
MOH	31,4 <sup>b</sup> ± 1,4	44,1 <sup>a</sup> ± 1,8	0,74 <sup>c</sup> ± 0,01	0,32 <sup>b</sup> ± 0,02	10,5 <sup>b</sup> ± 0,2	0,12 <sup>a</sup> ± 0,01	17,9 <sup>a</sup> ± 4,0	34,7 <sup>b</sup> ± 2,3	
KS	29,7 <sup>a</sup> ± 0,8	82,9 <sup>b</sup> ± 4,4	0,66 <sup>a</sup> ± 0,02	0,22 <sup>a</sup> ± 0,04	12,8 <sup>c</sup> ± 1,1	0,11 <sup>a</sup> ± 0,03	33,2 <sup>b</sup> ± 1,3	17,6 <sup>a</sup> ± 2,2	
KOBG	31,7 <sup>b</sup> ± 0,4	38,6 <sup>a</sup> ± 3,1	0,68 <sup>ab</sup> ± 0,01	0,28 <sup>b</sup> ± 0,01	8,2 <sup>a</sup> ± 1,2	0,14 <sup>a</sup> ± 0,03	16,0 <sup>a</sup> ± 4,2	46,0 <sup>c</sup> ± 3,0	
KOH	31,5 <sup>b</sup> ± 1,2	38,3 <sup>a</sup> ± 1,1	0,69 <sup>ab</sup> ± 0,01	0,30 <sup>b</sup> ± 0,01	7,9 <sup>a</sup> ± 1,1	0,12 <sup>a</sup> ± 0,01	16,9 <sup>a</sup> ± 0,4	36,9 <sup>b</sup> ± 5,5	

Objaśnienie symboli jak pod tab. 1. / Explanation of symbols as in Tab. 1.

W tabeli przedstawiono wartości średnie ± odchylenia standardowe / Table shows mean values and standard deviations; n = 4. Wartości średnie oznaczone różnymi literami w kolumnach w danym dniu różnią się statystycznie istotnie przy p ≤ 0,05. / Mean values referring to given days, in columns and denoted by different letters differ statistically significantly at p ≤ 0,05.

O wysokiej jakości produktów piekarskich świadczy zachowanie przez nie cech świeżości przez długi okres przechowywania. Piekarskie wyroby bezglutenowe zazwyczaj bardzo szybko ulegają procesowi czerstwienia, co zależy od wielu czynników, m.in. od szybkiej retrogradacji skrobi i słabszego wiązania wody niż w produktach zawierających gluten [2, 18]. Podczas procesu czerstwienia zmienia się profil tekstury miększu produktu oraz, na skutek wysychania i redystrybucji wody między składnikami miększu, zmienia się jego wilgotność [16, 18]. We wszystkich badanych muffinach obserwowano wzrost twardości miększu podczas przechowywania. Największą twardością po 3 dniach przechowywania odznaczały się muffiny wypiekane z własnej kompozycji mąki bezglutenowej. Nie wykazano wpływu stosowanej mąki owsianej na twardość muffin (tab. 3).

Sprężystość pozwala określić zdolność powrotu miększu ze stanu zdeformowanego do stanu początkowego. Wraz z okresem przechowywania wartość tego parametru maleje. Istotnie większą ( $p \leq 0,05$ ) sprężystością po przechowywaniu charakteryzowały się muffiny bez udziału naparu z kawy, niezależnie od stosowanej mąki (tab. 3), co może świadczyć o korzystnym wpływie maślanki na tę cechę.

Muffiny z własnej kompozycji mąki bezglutenowej (mąki ryżowej i kukurydzianej oraz skrobi), zarówno w dniu wypieku, jak i po okresie przechowywania odznaczały się największą twardością, a także wykazywały większą spójność niż ich odpowiedniki z mąk owsianych, dlatego produkty te odznaczały się również największą żujnością.

## Wnioski

1. Muffiny z mąk owsianych (bezglutenowej certyfikowanej i handlowej) charakteryzowały się wyższą jakością pod względem cech teksturalnych i organoleptycznych niż ciastka z własnej kompozycji mąki bezglutenowej.
2. Zastosowanie mąki owsianej handlowej w recepturze wyrobów ciastkarskich spowodowało przekroczenie dopuszczalnej zawartości glutenu, oznaczonej metodą ELISA. Produkty z tej mąki nie mogą być zatem uznane za bezglutenowe, w przeciwieństwie do muffin wyprodukowanych z certyfikowanej bezglutenowej mąki owsianej.
3. Muffiny z mąk owsianych odznaczały się korzystnym składem chemicznym, dużą zawartością białka i błonnika, a zwłaszcza znaczącym udziałem  $\beta$ -D-glukanów, co może skłaniać do produkcji tego rodzaju artykułów cukierniczych, z przeznaczeniem dla osób tolerujących niewielkie dawki glutenu.
4. Zmiany wilgotności i wartości parametrów tekstury oznaczane w trakcie przechowywania wskazują na spowolnienie procesów starzenia się muffin, spowodowane wprowadzeniem do receptury mąk owsianych. Udział naparu z kawy nie wpłynął istotnie na cechy fizyczne i ocenę organoleptyczną badanych produktów.

### Literatura

- [1] AOAC: Official Methods of Analysis, 18th Editio, Association of Analytical Chemists International. Gaithersburg 2006.
- [2] Arendt E.K., Morrissey A., Moore M.M., Dal Bello F.: Gluten-free breads. In: Gluten-Free Cereal Products and Beverages. Eds. Arendt E.K., Dal Bello F. Food Science and Technology, International Series. Elsevier, 2008, pp. 289-319.
- [3] Ballabio C., Uberti F., Manferdelli S., Vacca E., Boggini G., Redaeli R., Catassi C., Lionetti E., Penas E., Restani P.: Molecular characterisation of 36 oat varieties and in vitro assessment of their suitability for coeliac's diet. J. Cereal Sci., 2011, **54** (1), 110-115.
- [4] Bhaduri S.: A comprehensive study on physical properties of two gluten – free flour fortified muffins. J. Food Process Technol., 2013, 4 (251), doi:10.4172/2157-7110.1000251.
- [5] Butt S.M., Tahir-Nadeem M., Khan M.K.I., Sabir R.: Oat: unique among cereals. Eur. J. Nutr., 2008, **47** (2), 68-79.
- [6] Codex Standard For Foods For Special Dietary Use For Persons Intolerant To Gluten, Codex Stan 118-1979 (revised 2008).
- [7] Darewicz M., Dziuba J.: Dietozależny charakter enteropatii pokarmowych na przykładzie celiakii. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **1** (50), 5-15.
- [8] Diowksza A., Sucharzewska D., Ambroziak W.: Wpływ składu mieszanek skrobiowych na właściwości chleba bezglutenowego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **2** (57), 40-50.
- [9] Gambuś H., Gambuś F., Sabat R.: Próby poprawy jakości chleba bezglutenowego przez dodatek mąki z szarlatu. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2002, **2** (31), 99-112.
- [10] Gambuś H.: Nasiona lnu oleistego (*Linum usitatissimum* L.) jako źródło składników odżywczych w chlebie bezglutenowym. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **4** (45), 61-74.
- [11] Gélinas P., McKinnon C.M., Mena M.C., Méndez E.: Gluten contamination of cereal foods in Canada. Int. J. Food Sci. Technol., 2008, **43** (7), 1245-1252.
- [12] Hager A.S., Wolter A., Jacob F., Zannini E., Arendt E.K.: Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. J. Cereal Sci, 2012, **56**(2), 239-247.
- [13] Kostyra E.: Interakcje substancji smakowych i zapachowych ze składnikami żywności – aspekty fizykochemiczne. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, **4** (11), 30-43.
- [14] Man S., Paucean A., Muste S., Pop A.: Studies on the formulation and quality properties of rice based gluten free muffins. J. Agroaliment. Proc. Technol., 2014, **20** (2), 122-127.
- [15] Matos M.E., Sanz T., Rosell C.M.: Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free muffins. Food Hydrocoll., 2014, **35**, 150-158.
- [16] Mondal A., Datta A.K.: Bread baking – a review. J. Food Eng., 2008, **86** (4), 465-474.
- [17] Niewinski M.M.: Advances in celiac disease and gluten-free diet. J. Am. Diet. Assos., 2008, **108** (4), 661-672.
- [18] Pająk P., Kuczera D., Fortuna T.: Wpływ opakowania na jakość przechowywanego pieczywa bezglutenowego. Acta Agrophysica, 2013, **20** (4), 633-649.
- [19] PN-A-74108:1996. Pieczywo. Metody badań.
- [20] PN-A-88115:1998. Wyroby ciastkarskie. Wyroby biszkoptowe i biszkoptowo-tłuszczowe.
- [21] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 41/2009 z dnia 20 stycznia 2009 r. dotyczące składu i etykietowania środków spożywczych odpowiednich dla osób nietolerujących glutenu. Dz. Urz. UE L 16 z 21.01.2009, str. 3
- [22] Rutkowska J., Żbikowska A.: Możliwości wykorzystania margaryn płynnych do produkcji ciast biszkoptowo-tłuszczowych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **3** (44), 113-126.

- [23] Sanz T., Salvador A., Baixauli R., Fiszman S.M.: Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, colour and consumer response. *Eur. Food Res. Technol.*, 2009, **229** (2), 197-204.
- [24] Schamne C., Dutcosky S.D., Demiate I.M.: Obtention and characterization of gluten-free baked products. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 2010, **30** (3), 741-750.
- [25] Størsrud S., Olsson M., Arvidsson Lenner R., Nilsson L.A., Nilsson O., Kilander A.: Adult coeliac patients do tolerate large amounts of oats. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 2003, **57** (1), 163-169.
- [26] Størsrud S., Yman I.M., Lenner R.A.: Gluten contamination in oat products and products naturally free from gluten. *Eur. Food Res. Technol.*, 2003, **217** (6), 481-485.
- [27] Thompson T., Dennis M., Higgins L.A., Lee A.R., Sharrett M.K.: Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods? *J. Hum. Nutr. Diet.*, 2005, **18** (3), 163-169.
- [28] Thompson T., Méndez E.: Commercial assays to assess gluten content of gluten-free foods: why they are not created equal. *J Am Diet Assoc*, 2008, **108** (10), 1682-1687.
- [29] Van Eckert R., Bond J., Rawson P., Klein Ch.L., Stern M., Jordan T.W.: Reactivity of gluten detecting monoclonal antibodies to a gliadin reference material. *J. Cereal Sci.*, 2010, **51** (2), 198-204.

#### COMPARING CHEMICAL COMPOSITION AND TEXTURE PROPERTIES OF MUFFINS FROM GLUTEN-FREE MIX AND FROM OAT FLOURS

##### S u m m a r y

Commercial oat flour and certified gluten-free wholemeal oat flour were used to make muffins according to a recipe for gluten-free bakery wares. The use of oat flours instead of a mix of rice and maize flours with maize starch caused the content of the following components in the muffins produced to significantly ( $p \leq 0.05$ ) increase: total proteins ( $9.11 \div 10.29$  % d.m.), fat ( $15.06 \div 15.41$  % d.m.), and minerals in the form of total ash ( $1.75 \div 2.03$  % d.m.). Particularly large changes were reported in the case of the fibre fraction; its content increased almost three times upon the application of wholemeal oat flour. Oat flours, especially gluten-free flour, were, in the muffins, a source of substantial amounts of  $\beta$ -D-glucans (2.89 % d.m.), an important component of the soluble fraction of dietary fibre. The differences in the volume of muffins produced were statistically significant ( $p \leq 0.05$ ) but minor, and they did not significantly impact the texture parameters. As for the oat products, the rate of changes in those parameters was lower over the entire period of storage. As early as on the day of baking, the muffins made from oat flour were characterized by a lower hardness ( $34.8 \div 36.9$  N) compared to the products from flour mix ( $51.0$  N); those differences increased on the 3 subsequent days of storing (respectively,  $40.8 \div 44.1$  N,  $88.8$  N). Irrespective of the type of oat flour used, the products made from it were characterized by a good appearance and an attractive taste and flavour. Of the analyzed oat flours, the certified gluten-free flour was the only one to provide an appropriately low content of gluten proteins (12.8 mg gluten/kg); therefore, the products produced could be considered to be gluten-free. Thus, the muffins from commercial oat flour (166 mg gluten/kg) can be consumed only by healthy people who choose oat products owing to their pro-health values and taste.

**Key words:** oat flavour, gluten-free muffins, chemical composition, texture ☒