

**Katarzyna Król, Klaudia Kopczyńska, Alicja Ponder,  
Magdalena Gantner**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

e-mail: katarzyna\_krol@sggw.pl

---

## **WPLYW ZASTOSOWANIA MĄK BEZGLUTENOWYCH NA WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE CIASTA BISZKOPTOWO-TŁUSZCZOWEGO**

---

## **THE EFFECT OF USING GLUTEN FREE FLOUR ON SELECTED QUALITY PARAMETERS OF SPONGE CAKE**

---

DOI: 10.15611/pn.2018.542.05

JEL Classification: L66

**Streszczenie:** Celem przeprowadzonych badań była możliwość uzyskania bezglutenowych produktów cukierniczych zaliczanych do ciast biszkoptowo-tłuszczowych i porównanie uzyskanych wyrobów pod względem parametrów fizykochemicznych. Materiał badawczy stanowiły ciasta na bazie mąki z amarantusa, brązowego ryżu, orzechów arachidowych i ciecierzycy. Otrzymane produkty poddano ocenie: barwy metodą CIEL\*a\*b\*, tekstury (twardość, sprężystość, spójność, żujność i gumistość) oraz ocenie semi-konsumenckiej. Stwierdzono wyraźny wpływ zastosowanej mąki na cechy fizykochemiczne wypieków i na ocenę sensoryczną. Wypieki z ryżu brązowego cechowały się najjaśniejszą barwą, zaś najmniej twarde okazały się wyroby z mąki z orzechów arachidowych, które były również najbardziej spójne i gumiste. W ocenie sensorycznej preferowane były wypieki o smaku słodszy, z orzechów arachidowych i z ryżu brązowego. Najmniej pożądane były wypieki z mąki z ciecierzycy.

**Słowa kluczowe:** biszkopt bezglutenowy, mąka ryżowa, mąka z ciecioriki, mąka amarantusowa, mąka z orzechów ziemnych.

**Summary:** The aim of this study was to evaluate the possibility of obtaining gluten-free confectionery products qualified as sponge cake and compare their physicochemical properties. Four types of gluten free flours were used: amaranth flour, brown rice flour, groundnuts nuts flour and chickpeas flour. Muffins received were analyzed in terms of color by CIEL\*a\*b\*, textures (firmness elasticity, cohesion, chewiness and gumminess) and semi-consumer assessments. There was a clear impact of the flour used on the physicochemical properties of baked cakes and their sensory assessment. Brown rice baked baking featured the brightest color. The least hard-groundnuts were found to be flour products made from nuts, which were also the most cohesive. The sensory assessment preferred pastries with a sweeter taste, i.e. groundnuts nuts and brown rice. Muffins made from chickpea flour were the least preferred.

**Keywords:** gluten-free sponge cake, rice flour, chickpeas flour, amaranth flour, peanut flour.

## 1. Wstęp

Żywność bezglutenowa jest przykładem żywności specjalnego przeznaczenia żywieniowego proponowanej dla konsumentów z zaburzeniami trawienia i metabolizmu. Pacjenci z celiakią muszą eliminować z diety żywność zawierającą zboża glutenowe (pszenica, żyto, jęczmień i często owies) przez całe życie, aby zapobiec występowaniu objawów wynikających z tej choroby [Sugai i in. 2006]. Pod względem technologicznym eliminacja glutenu w produktach piekarskich powoduje spadek jakości wyrobów, ze względu na pogorszenie tekstury, cech sensorycznych i jakości ogólnej. Dlatego też opracowanie nowych receptur produktów bezglutenowych jest wyzwaniem dla branży spożywczej. W ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się praktykom polepszającym jakość żywności bezglutenowej i zwiększającym jej wartość odżywczą. Jest to związane głównie z ograniczeniem spożycia wielu produktów w diecie bezglutenowej pacjentów z celiakią, co w konsekwencji może prowadzić do zmniejszenia spożycia błonnika, niektórych składników odżywczych [Thompson i in. 2005; Gambuś i in. 2009] oraz do spożycia nadmiernej ilości tłuszczów [Caponio i in. 2008]. W związku z tym przeprowadzono wiele badań w celu poprawy jakości odżywczej produktów piekarniczych bezglutenowych, w tym ciast [Gambuś i in. 2002; Gambuś i in. 2009; Ruskowska 2014; Ziobro i in. 2015]. Włączanie produktów roślinnych do produktów bezglutenowych może być sposobem na zwiększenie wartości odżywczej i podaży błonnika. Dodatkowo warto wspomnieć o wartościowych produktach ubocznych (wytłoki z marchwi, pomidorów, jabłek), które można z powodzeniem stosować w przemyśle piekarskim i cukierniczym, natomiast są one nowością w przemyśle produktów bezglutenowych [Majzoobi i in. 2013; Gayas i in. 2012].

Mąka z orzechów ziemnych charakteryzuje się wysoką zawartością tłuszczu i białka oraz nadaje produktom aromat typowy dla tego surowca. Wypieki z mąk orzechowych cechują się niską wartością wypiekową i stosunkowo dużą wilgotnością, ale również wysoką wartością odżywczą. Dlatego zaleca się użycie mąk orzechowych w jadłospisie osób stosujących dietę bezglutenową [Kucharnia 2015].

Mąka z ciecierzycy dostarcza organizmowi wielu składników mineralnych, ponadto zawiera dużo białka o korzystnym składzie aminokwasowym. Ze względu na niewielką ilość tłuszczu, wysoką zawartość błonnika pokarmowego i stosunkowo niewielką kaloryczność polecana jest dla osób stosujących diety lecznicze i diabetyków. Mąka z ciecierzycy może być stosowana jako dodatek do chleba – polepsza smak, zwiększa zawartość błonnika i składników odżywczych w gotowym wypieku [Konińska i in. 2015].

Mąkę ryżową otrzymuje się z nasion zarówno białego, jak i brązowego ryżu. Wyroby z ryżu brązowego mają bardziej ziarnistą strukturę oraz charakteryzują się wyższą wartością odżywczą w stosunku do mąki z ryżu białego. Ryż brązowy wyróżnia się dużą zawartością błonnika oraz składników mineralnych. Oba rodzaje mąki są najczęściej stosowane w mieszankach mąk bezglutenowych, ponieważ same tworzą słabą strukturę ciasta [Kucharnia 2015].

Mąka z amarantusa charakteryzuje się wysoką wartością odżywczą, stwierdzono w niej dużą zawartość składników mineralnych i witamin, a w białku nasion znajdują się wszystkie aminokwasy egzogenne. Nasiona są również dobrym źródłem kwasów tłuszczowych jedno- i wielonienasyconych. Mąka otrzymywana z tych nasion działa jak naturalny polepszacz, ponieważ korzystnie wpływa na pulchność wypieków [Kucharnia 2015; Przetaczek-Rożnowska, Bubis 2016].

Niezbędne są badania nad opracowaniem idealnego zamiennika mąki glutenowej, który wpłynie nie tylko na właściwości reologiczne ciasta pozbawionego glutenu, lecz również na wartość odżywczą oraz akceptowalność przez konsumentów [Bubis, Przetaczek-Rożnowska 2016; Ziobro i in. 2015]. Dlatego też celem pracy była możliwość uzyskania bezglutenowych produktów cukierniczych zaliczanych do ciast biszkoptowo-tłuszczowych i porównanie uzyskanych wyrobów pod względem parametrów fizykochemicznych.

## 2. Materiał badawczy i metodyka pracy

Materiał badawczy stanowiły biszkoptowo-tłuszczowe muffiny bezglutenowe, wypiekane według własnej receptury. Dokładny skład recepturowy został przedstawiony w tab. 1. Receptura podstawowa w przypadku każdego zamiennika była taka sama, różnicę stanowiła mąka użyta do wypieku (mąka amarantusowa, z ciecierzycy, orzechów arachidowych, ryżu brązowego). Uzyskaną masę przelano do foremek o wymiarach  $3 \times 3$  cm, po 50 g masy na sztukę, i pieczono w temperaturze  $190^{\circ}\text{C}$  przez 15 minut w piecu konwekcyjno-parowym (Küppersbusch 110 ipx5). Uzyskane wypieki pozostawiono do wystygnięcia, a następnie wyjęto z papierowych foremek i przechowywano 24 godziny, do momentu przeprowadzenia analiz.

**Tabela 1.** Wykaz składników użytych do wypieku bezglutenowych muffin

Składniki	Ilość
Mąka bezglutenowa	300 g
Jaja	120 g
Cukier puder	150 g
Mleko 3,2%	100 g
Masło	40 g
Bezglutenowy proszek do pieczenia	10 g
Cukier wanilinowy	10 g
Sól	2 g

Źródło: opracowanie własne.

Następnie dokonano pomiaru właściwości fizykochemicznych. Określono wysokość (h) po rozkrojeniu wypieku w połowie od podstawy do najwyższego punktu. Przed dokonaniem pomiaru aktywności wody 5 g ( $a_w$ ) próbki naważono, następnie rozdrobniono i umieszczono w naczynku pomiarowym w urządzeniu (AquaLab 4TEV), pomiaru dokonano w dwóch powtórzeniach.

Przeprowadzono analizę barwy chromametrem Minolta (CR-400, Konica Minolta Inc., Tokio, Japonia) w przestrzeni barw CIEL\*a\*b\*. Określono parametr jasności L\*, który waha się w skali od 0 (czern) do 100 (biel), a także parametry chromatyczności a\* (oś zielono-czerwona) oraz b\* (oś niebiesko-żółta). Barwę mierzono 10 razy na jednej badanej próbce.

Dokonano również pomiaru właściwości teksturalnych (Instron, model 5965, Kanton, USA, z oprogramowaniem Bluehill®2), z użyciem testu podwójnego ścisnięcia (TPA), gdzie oznaczono wyróżniki takie jak: elastyczność, gumistość, adhezyjność, twardość, spójność oraz żujność. W celu pomiaru tekstury wycięto sześciiany o wymiarach 10 mm × 10 mm × 10 mm. Test wykonano w 8 powtórzeniach.

Ponadto przeprowadzono ocenę semikonsumencką, w której udział wzięło 35 osób. Do oceny sensorycznej użyto metody skalowania i metody „just right”, na podstawie opracowania [Baryłko-Pikielna, Matuszewska 2014]. Metoda skalowania z zastosowaniem 10-centymetrowej skali nieustrukturalizowanej polegała na zaznaczeniu w odpowiednim miejscu na skali stopnia pożądaności (od 0 – niepożądana, do 10 – pożądana) (ISO 4121:2003). Metoda „just right” polegała na zaznaczeniu w odpowiednim miejscu stopnia intensywności danej cechy badanej próbki, od wartości –4, która oznaczała najmniej intensywną cechę, przez 0, które oznaczało „just right” – w sam raz, do 4, które oznaczało cechę bardzo intensywną. Próbkę do oceny podane były oddzielnie w szczelnie zamkniętych, zakodowanych plastikowych pojemnikach. Ocenie poddano barwę, zapach, konsystencję, smak i pożądanłość ogólną.

Wartość odżywcza muffin bezglutenowych została obliczona na podstawie Tabel Składu i Wartości Odżywczej Żywności [Kunachowicz i in. 2017] oraz informacji zawartych na etykietach surowców. Dane o wartości odżywczej są orientacyjne, ze względu na uśrednianie danych zawartych w tabelach.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono za pomocą programu Statistica 12.0 (Tulsa, USA), z zastosowaniem jednoczynnikowej analizy wariancji (ANOVA) i testu Tukeya, który posłużył do określenia różnic między badanymi wartościami średnimi ( $p < 0,05$ ).

### 3. Wyniki badań i dyskusja

Wyniki badań fizykochemicznych muffin zostały przedstawione w tab. 2. Najwyższą wartość wysokości (h) uzyskał wypiek z mąki z amarantusa, najmniejszą zaś z ryżu brązowego i orzechów arachidowych. Ziobro i in. [2015] również przeprowadzali badania na wypiekach bezglutenowych składających się z mieszanek mąk bezglutenowych, w tym mąki ryżowej, które też charakteryzowały się niskim wzrostem podczas wypieku. Na niski wzrost ciasta podczas obróbki wpływa przede wszystkim ilość zawartego włókna pokarmowego, a także brak białek glutenowych, które wpływają na polepszenie porowatości ciasta [Diowski i in. 2009].

Największą  $a_w$  charakteryzowały się muffiny uzyskane z mąki z brązowego ryżu (0,90), najmniejszą zaś uzyskane z mąki orzechowej (0,77). Przyjmuje się, że żywność w zakresie od 1,0 do 0,9 jest żywnością wilgotną, w przedziale od 0,9 do 0,55 jest żywnością o średniej zawartości wody. Oznacza to, że próbki z mąki z ciecierzycy i orzechów zawierają się w przedziale żywności średnio wilgotnej, natomiast z amarantusa i ryżu znajdują się na granicy żywności wilgotnej i średnio wilgotnej. Ponadto wartości w granicach 0,8–0,9 sprzyjają rozwojowi drożdży i bakterii, co negatywnie mogłoby wpłynąć na termin przydatności do spożycia wypieków z brązowego ryżu i amarantusa. Wilgotność mąk wpływa nie tylko na ich jakość mikrobiologiczną, ale również na wartość wypiekową. Mąka pszenna świeżo wyprodukowana cechuje się słabszą wodochłonnością, jednak jest to mąka glutenowa [Ceglińska i in. 2012]. Jednakże wilgotność mąk bezglutenowych również ma duże znaczenie. Zbyt duża wilgotność obniża jakość mikrobiologiczną i wywołuje zmiany strukturalne gotowego wypieku bezglutenowego. Tym samym przyczynia się do zmniejszenia jego trwałości i jakości ogólnej. Z tego powodu uważa się, że  $a_w$  mąki jest podstawowym kryterium oceny jej jakości [Ruszkowska 2014].

**Tabela 2.** Wartości średnie cech fizykochemicznych biszkoptowo-tłuszczowych muffin bezglutenowych z różnych rodzajów mąk

		Z brązowego ryżu	Z ciecierzycy	Z orzechów arachidowych	Z amarantusa
	$a_w$	0,90 ± 0,01 <sup>b</sup>	0,79 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,77 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,87 ± 0,00 <sup>b</sup>
	h [cm]	2,52 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,54 ± 0,05 <sup>b</sup>	3,12 ± 0,01 <sup>a</sup>	4,00 ± 0,00 <sup>c</sup>
	Barwa				
Barwa	L*	66,4 ± 0,20 <sup>b</sup>	66,2 ± 0,04 <sup>b</sup>	56,2 ± 0,14 <sup>a</sup>	61,5 ± 0,11 <sup>b</sup>
	a*	9,70 ± 0,08 <sup>c</sup>	0,80 ± 0,02 <sup>a</sup>	5,20 ± 0,03 <sup>b</sup>	4,80 ± 0,07 <sup>b</sup>
	b*	32,5 ± 0,12 <sup>b</sup>	36,6 ± 0,12 <sup>b</sup>	26,2 ± 0,16 <sup>a</sup>	25,9 ± 0,03 <sup>a</sup>
Tekstura	twardość [N]	4,14 ± 1,32 <sup>c</sup>	3,99 ± 0,95 <sup>c</sup>	1,38 ± 0,46 <sup>a</sup>	2,24 ± 0,54 <sup>b</sup>
	sprężystość	0,34 ± 0,08 <sup>b</sup>	0,41 ± 0,07 <sup>c</sup>	0,49 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,21 ± 0,08 <sup>a</sup>
	spójność	0,31 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,36 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,46 ± 0,03 <sup>c</sup>	0,23 ± 0,08 <sup>a</sup>
	żujność [N]	0,47 ± 0,24 <sup>c</sup>	0,68 ± 0,19 <sup>c</sup>	0,25 ± 0,07 <sup>b</sup>	0,13 ± 0,08 <sup>a</sup>
	gumistość	1,30 ± 0,47 <sup>b</sup>	1,45 ± 0,36 <sup>b</sup>	0,63 ± 0,19 <sup>a</sup>	0,56 ± 0,24 <sup>a</sup>

Wartości są wyrażone jako średnia arytmetyczna z powtórzeń wraz z odchyleniem standardowym. Małe litery w wierszach (a-d) pokazują, pomiędzy którymi próbkami były statystyczne różnice ( $p < 0,05$ ).

Źródło: opracowanie własne.

Wypieki charakteryzowały się barwą od jasnobrązowej do ciemnobrązowej. Na podstawie analizy wyników parametru L\* wyróżniono jedną grupę o podobnych wartościach jasności (61,6–66,4) dla mąki ryżowej, amarantusowej i z ciecierzycy, natomiast próba uzyskana z mąki orzechowej cechowała się istotnie mniejszą wartością tego parametru – na poziomie 56,2. Muffiny z mąki z ciecierzycy charakteryzują się barwą bardziej żółtą ( $b^* = 36,6$ ) w porównaniu z innymi uzyskanymi muf-

finami. Natomiast muffiny z brązowego ryżu charakteryzują się podobną wartością parametru b\*, dużo wyższą zaś wartością parametru a\*, co powoduje pojawienie się barwy bardziej brązowej.

Na podstawie przeprowadzonej analizy wariancji dla testu TPA stwierdzono różnice pomiędzy wyróżnikami tekstury uzyskanych muffin. Najniższą twardość odnotowano dla muffin z mąki orzechowej, przy jednoczesnej najwyższej sprężystości i spójności próbki. Podobną żujność i gumistość uzyskano dla muffin z mąki z ciecierzycy i mąki ryżowej. W badaniach Herranz i in. [2016] stwierdzono, że dodatek gumy ksantanowej i inuliny w ilości 1% wszystkich składników muffin z mąką z ciecierzycy nie miał wpływu na twardość miękiszu. Wypieki z mąki z ciecierzycy wykazały najwyższą twardość. Wynika to z faktu, że mąka z ciecierzycy jest bogata w białka nieglutenowe, które nie nadają wypiekom cech sprężystości i elastyczności. Zamiennik mąki pszennej wpłynął znacząco na zmniejszenie sprężystości, spoistości oraz żujności, co jest zgodne z wynikami przedstawionymi w niniejszym badaniu. Matos i in. [2014] zaobserwowali, że dodatek białka jest niezbędny do zapewnienia odpowiedniej tekstury ciast bezglutenowych na bazie mąki ryżowej. Najwyższy poziom żujności otrzymały muffiny z dodatkiem białka jaj. Wypieki z izolatem białka grochu wykazywały najniższą twardość i najwyższą sprężystość. Stwierdzono również, że muffiny, w których stosowano białka zwierzęce, były bardziej spójne, sprężyste i wykazywały większą żujność.

**Tabela 3.** Wartość odżywcza uzyskanych muffin w przeliczeniu na jedną porcję (1 szt.) 50 g

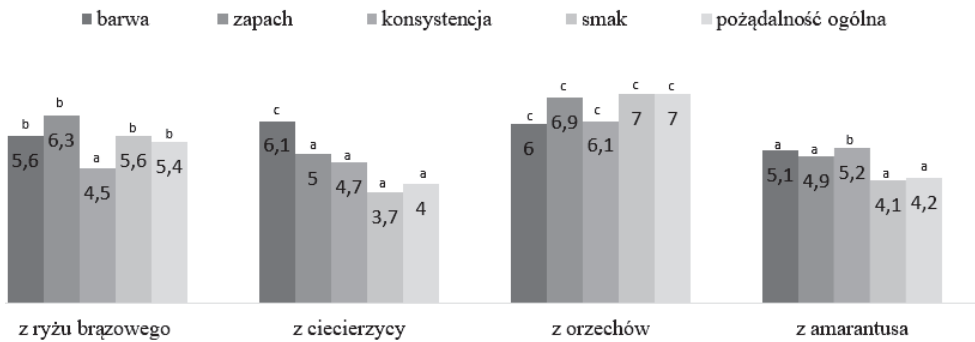
W 50 gramach (porcji)	Z ryżu brązowego	Z ciecierzycy	Z orzechów arachidowych	Z amarantusa
Wartość energetyczna [kcal]	148,00	146,0	190,00	152,00
Białko ogółem [g]	2,70	5,00	6,40	4,50
Tłuszcz [g]	3,20	4,30	12,30	4,60
w tym kwasy nasycone [g]	1,50	1,40	2,75	1,60
Węglowodany [g]	26,50	22,90	14,50	25,00
w tym cukry [g]	10,20	10,20	10,50	10,20
Błonnik [g]	0,46	3,40	1,00	2,30
Sól [g]	0,08	0,09	0,08	0,08
Potas [mg]*	44,50	196,10	165,10	126,50
Magnez [mg]*	9,00	24,80	37,80	55,00
Wapń [mg]*	54,40	73,40	64,00	90,00
Witamina E [mg]*	0,00	0,00	1,80	0,00
Kwas foliowy [µg]*	9,40	41,80	29,40	7,40

\*Normy spożycia dla dorosłych: potas (3500 mg/d dla mężczyzn, 265 mg/d kobiety), magnez (800 mg/d), wapń (1000 mg/d), witamina E (10 mg/d mężczyźni, 8 mg/d kobiety), kwas foliowy (320 µg/d) [Jarosz i in. 2017].

Źródło: opracowanie własne na podstawie Tabel Składu i Wartości Odżywczej Żywności [Kunachowicz i in. 2017].

W tab. 3 przedstawiona została wartość odżywcza dla uzyskanych wypieków. Najwyższą kalorycznością i zawartością białka charakteryzowały się muffiny z orzechów arachidowych, zaś z mąki z ciecierzycy były najmniej kaloryczne przy jednocześnie wysokiej zawartości białka. Muffiny z mąki ryżowej charakteryzowały się najwyższą zawartością węglowodanów i najniższą zawartością błonnika pokarmowego. Ze względu na wartość żywieniową najbardziej polecanymi wypiekami są produkty z orzechów arachidowych i ciecierzycy. Cechują się one wysoką zawartością białka (mąka z ciecierzycy) i nienasyconych kwasów tłuszczowych (mąka orzechowa). Spożycie porcji muffin z mąki amarantusowej pokrywa w 20% dzienne zapotrzebowanie na magnez, a muffin z mąki z ciecierzycy pokrywa również w 15% zapotrzebowanie na kwas foliowy.

W wyniku przeprowadzonej oceny semikonsumenckiej wypieków przygotowanych z zamienników mąk bezglutenowych stwierdzono, że konsumenci preferowali muffiny z orzechów arachidowych i z ryżu brązowego. Najmniej pożądane były wypieki z mąki z ciecierzycy i amarantusa, respondenci ocenili te wypieki na 4,0 i 4,2 (rys. 1).



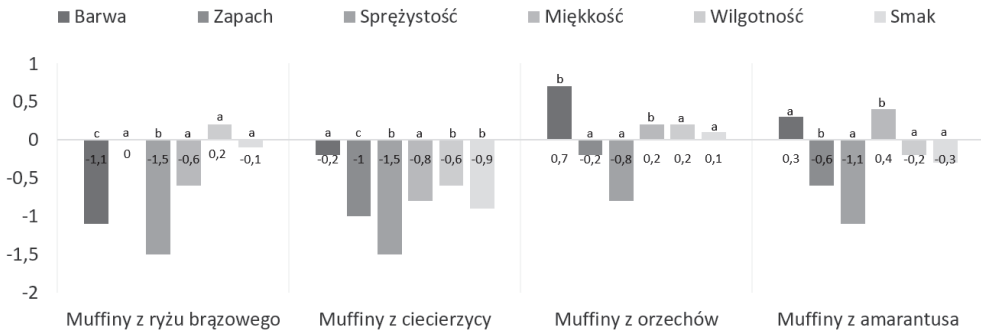
Wartości są wyrażone jako średnia arytmetyczna z powtórzeń wraz z odchyleniem standardowym. Małe litery w (a-c) pokazują, pomiędzy którymi próbkami były statystyczne różnice ( $p < 0,05$ ).

**Rys. 1.** Wyniki oceny pożądalności wypieków bezglutenowych

Źródło: opracowanie własne.

Ocena sensoryczna „just-right” również wskazuje, że oceniający pod względem każdego wyróżnika na pierwszym miejscu stawiali wypieki przygotowane z mąki z orzechów arachidowych (rys. 2). W przypadku tych wyrobów pojawiały się takie komentarze, jak: „ciekawny smak”, „słodka orzechowa nuta”, „przyjemnie orzechowy”. Drugie w ocenie okazały się wypieki z mąki amarantusowej. Najczęściej pojawiające się komentarze w przypadku tej muffiny to: piaszczysta, sucha, ziemista. Wypieki z ryżu zostały ocenione na 3 miejscu, a komentarze dotyczące tego produktu najczęściej dotyczyły konsystencji, o której oceniający mówili, że jest piaszczysta oraz ziemista, zbyt słodka, twarda, ziarnista oraz posiada grudki.

Najmniej akceptowalne były muffiny z ciecierzycy, gdzie każdy z badanych wyróżników był oceniony negatywnie.



Wartości są wyrażone jako średnia arytmetyczna z powtórzeń wraz z odchyleniem standardowym. Małe litery w (a-c) pokazują, pomiędzy którymi próbkami były statystyczne różnice ( $p < 0,05$ ).

Rys. 2. Ocena sensoryczna „just-right” wypieków bezglutenowych

Źródło: opracowanie własne.

Badani wypowiadali się najczęściej, że muffina jest: dziwna w smaku, gorzka, piaszczysta oraz sucha. Dodatkowo wyróżnik sprężystości w ocenianych produktach uzyskał najniższą ocenę, co związane jest z brakiem białek glutenowych i charakterystycznej sprężystej tekstury dla wyrobów biszkoptowo-tłuszczowych.

## 4. Wnioski

Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków: najbardziej pożądan sensorycznie były wypieki z mąki z orzechów arachidowych. Wśród pozostałych wypieków wyróżniały się najciemniejszą barwą, najmniejszą twardością, najwyższą sprężystością, najwyższym poziomem spójności ciasta i niską gumistością. Wyniki te pozwoliły na uzyskanie największej liczby wskazań „just right”. Najmniej pożądan sensorycznie okazały się wypieki z mąki z ciecierzycy, głównie z powodu niskiej porowatości ciasta. Uwzględnianie orzechów w diecie jest zalecane ze względu na wysokie wartości odżywcze tego surowca. Zaproponowany sposób modyfikacji receptur babeczek bezglutenowych polepsza ich jakość fizykochemiczną z uwzględnieniem wartości odżywczej. Wypieki takie mają wyższą zawartość witaminy E (mąka z orzechów arachidowych), kwasu foliowego (z ciecierzycy), wapnia i magnezu (amarantus).



## Literatura

- Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., 2014, *Sensoryczne badania żywności. Podstawy – Metody – Zastosowania*, Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków.
- Bubis E., Przetaczek-Rożnowska I., 2016, *Gluten i choroby wynikające z jego nietolerancji*, Kosmos, nr 65, s. 293–302.
- Caponio F., Summo C., Clodoveo M.L., Pasqualone A., 2008, *Evaluation of the nutritional quality of the lipid fraction of gluten-free biscuits*, European Food Research and Technology, no. 227, s. 135–139.
- Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., Sobczyk M., Salwa M., 2012, *Wpływ przechowywania mąki pszennej na wartość wypiekową*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, nr 571, s. 29–37.
- Diowksa A., Sucharzewska D., Ambroziak W., 2009, *Rola błonnika pokarmowego w kształtowaniu cech funkcjonalnych ciasta i chleba bezglutenowego*, ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość, nr 2(63), s. 83–93.
- Gambuś H., Gambuś F., Pastuszka D., 2009, *Quality of gluten-free supplemented cake and biscuits*, International Journal of Food Science and Nutrition, no. 60, s. 31–50.
- Gambuś H., Gambuś F., Sabat R., 2002, *Próby poprawy jakości chleba bezglutenowego przez dodatek mąki z szarlatu*, Żywność, nr 31(2), s. 99–112.
- Gayas B., Shukla R.N., Khan B.N., 2012, *Physico-chemical and sensory characteristics of carrot pomace powder enriched defatted soyflour fortified biscuits*, International Journal of Science and Research Publication, no. 2, s. 1–10.
- Gomez M., Oliete B., Rosell C.M., Pando V., Fernandez E., 2008, *Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends*, Food Science and Technology, no. 41, s. 1701–1709.
- Gowsami B., Gupta R., Mridula D., Sharma M., Tyagi S., 2015, *Barnyard millet-based muffins: Physico-chemical, textural and sensory properties*, LWT – Food Science and Technology, vol. 64(1), s. 374–380.
- Herranz B., Canet W., Jimenez M., Fuentes R., Alvares M., 2016, *Characterization of chickpea flour-based gluten free batters and muffins with added biopolymers: Rheological, physical and sensory properties*, Food Science & Technology, vol. 51(5), s. 1087–1098.
- ISO 4121:2003. *Sensory analysis – Guidelines for the use of quantitative response scales*.
- Jarosz M., Rychlik E., Stoś K., Wierzejska R., Wojtasik A., Charzewska J., Chwojnowska Z. i in., 2017, *Normy żywienia dla populacji Polski*, Instytut Żywności i Żywnienia.
- Konińska G., Marczevska A., Źródłak M., 2015, *Celiakia i dieta bezglutenowa – praktyczny poradnik*, Warszawa.
- Kucharnia A.M., 2015, *Alternatywna lista mąk*, Mistrz Branży, nr 2, s. 42–43.
- Kunachowicz H., Przygoda B., Nadolna I., Iwanow K., 2017, *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Majzoobi M., Sharifi S., Emami B., Farahnaky A., 2013, *Effect of particle size and level of rice bran on the batter and sponge cake properties*, Journal of Agricultural Science and Technology, no. 15, s. 1175–1184.
- Matos M., Sanz T., Rosell C., 2014, *Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice-based gluten free muffins*. Food Hydrocolloids, no. 35, s. 150–158.
- Przetaczek-Rożnowska I., Bubis E., 2016, *Zboża bezglutenowe alternatywą dla osób chorych na celiakię*, Kosmos, nr 1, s. 127–140.
- Ruszkowska M., 2014, *Pieczywo bezglutenowe – ocena trwałości z zastosowaniem metod sorpcyjnych*, Inż. Ap. Chem., nr 53(2), s. 110–112.
- Sugai E., Nachman F., Vaquez H., 2006, *Detection of gluten-containing cereals in flours and “gluten-free” bakery products by polymerase chain reaction*, Food Control, no. 17, s. 234–237.

- Thompson T., Dennis M., Higgins L.A., Lee A.R., Sharrett M.K., 2005, *Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amount of fibre, iron, calcium and grain foods?*, Journal of Human Nutrition and Dietetics, no. 18, s. 163–169.
- Ziobro R., Litwinek D., Mickowska B., 2015, *Porównanie składu chemicznego i właściwości teksturalnych muffin z mieszanek bezglutenowych i mąk owsianych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, nr 1(98), s. 131–142.