JOANNA KASZUBA, ZUZANNA POSADZKA, BARBARA KOGUT,
GRAŻYNA JAWORSKA, PIOTR KUŹNIAR, AGNIESZKA ŁUKASZEK

PORÓWNANIE JAKOŚCI MUFFIN BEZGLUTENOWYCH Z MĄKI JAGLANEJ I GRYCZANEJ

Streszczenie

Jedynym sposobem leczenia celiakii, glutenożytnej choroby trzewnej lub enteropatii glutenowej, jest całkowite wyeliminowanie białek glutenowych z pożywienia, co wiąże się z bezwzględny przestrzeganiem diety bezglutenowej. Celem pracy było określenie receptury oraz porównanie jakości muffin bezglutenowych gryczanych, jaglanych oraz gryczano-jaglanych wyprodukowanych w dwóch wariantach smakowych: słodkim oraz wytrawnym. Badania jakości muffin obejmowały ocenę ich wyglądu zewnętrznego i miękiszu, a także pomiar parametrów barwy, analizę parametrów profilu tekstury (test TPA) i ocenę organoleptyczną. W ocenie organoleptycznej słodkich wyrobów najwyżej oceniono muffiny gryczane oraz gryczano-jaglany, zaś wśród muffin wytrawnych – gryczane i zaliczono je do bardzo dobrej klasy jakości. Jakość pozostałych muffin sklasyfikowano jako dobrą. Barwa badanych muffin bezglutenowych była w różnym stopniu zależna od rodzaju użytej mąki i pozostałych składników receptury. Miękiś muffin był podobnej elastyczności, zaś pozostałe parametry ich tekstury były istotnie zróżnicowane. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że badane bezglutenowe mąki jednogatunkowe, jak i ich mieszanki, można stosować do produkcji muffin o dobrej jakości organoleptycznej, mogących wzbudzić zainteresowanie konsumentów poszukujących wartościowych i smacznych, a przede wszystkim dietetycznych produktów zbożowych.

Słowa kluczowe: muffiny bezglutenowe, mąka jaglana, mąka gryczana, TPA, ocena organoleptyczna

Wprowadzenie

Celiakia, nazywana również glutenożytnej chorobą trzewną lub enteropatią glutenową, jest schorzeniem przyczyniającym się do nieprawidłowego funkcjonowania jelit w kontakcie z białkami glutenowymi – prolaminami ziarna pszenicy, żyta i jęcz-

Dr inż. J. Kaszuba, mgr inż. Z. Posadzka, dr inż. B. Kogut, prof. dr hab. G. Jaworska, inż. A. Łukaszek, Zakład Ogólnej Technologii Żywności i Żywności Człowieka, Instytut Technologii Żywności i Żywności, dr hab. inż. P. Kuźniar, prof. UR, Zakład Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Instytut Nauk Rolniczych, Ochrony i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Rzeszowski, ul. Żelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów. Kontakt: jkaszuba@ur.edu.pl

mienia. Pod wpływem tych białek w jelicie cienkim zanikają kosmki, co uniemożliwia wchłanianie substancji odżywczych. Może także nastąpić reakcja immunologiczna organizmu. Jedynym sposobem leczenia celiakii jest całkowite wyeliminowanie białek glutenowych z pożywienia, co oznacza bezwzględne przestrzeganie diety bezglutenowej [10].

Produkcja bezglutenowych wyrobów zbożowych o właściwej teksturze jest utrudniona ze względu na eliminację głównego składnika strukturotwórczego występującego w klasycznych wyrobach zbożowych, jakim jest gluten. Wiąże się to z dużymi trudnościami w uzyskaniu odpowiednich cech reologicznych ciasta z surowca bezglutenowego, umożliwiających prawidłowe uformowanie kęsów oraz uzyskanie produktu końcowego o odpowiedniej jakości. Ciasto bezglutenowe jest niesprężyste, lepkie i w niewielkim stopniu spoiste. Gdy zostanie przekroczona granica sprężystości, zaczyna ono wykazywać cechy płynu lub układu lepkosprężystego [5]. Niewystarczająca lepkość lub jej brak, tak samo jak niewłaściwa sprężystość, utrudniają formowanie ciasta bezglutenowego oraz mogą powodować niewystarczające jego spulchnienie. W praktyce piekarskiej stosuje się zatem substancje, które pozwalają zwiększyć lepkość takiego ciasta [18]. Ze względu na właściwości zagęszczające najczęściej wykorzystywanymi substancjami są hydrokoloidy, a w szczególności polisacharydy. W wyrobach bazujących na surowcach naturalnie niezawierających glutenu zastępują one strukturotwórcze właściwości białek glutenowych. Najczęściej stosuje się m.in. gumę arabską, gumę guar, pektyny, albuminy jaja kurzego lub carob [7].

Zgodnie z unijnymi przepisami za produkt bezglutenowy uważa się taki, który nie zawiera glutenu lub poziom jego zawartości został ograniczony technologicznie do wartości nie większej niż 20 mg/kg produktu [15]. Na liście najczęściej wykorzystywanych półproduktów do wytwarzania wyrobów bezglutenowych znajdują się m.in. ziarno ryżu, gryki, prosa, kukurydzy, czy proszki warzywne, jak również surowce poddane technologicznemu zmniejszeniu zawartości białek glutenowych do dopuszczalnego poziomu, np. skrobia pszenna bezglutenowa. Licencjonowane produkty bezglutenowe są objęte kontrolą atestową i oznaczane oficjalnym znakiem przekreślonego kłosa [12].

W ciągu ostatnich lat asortyment produktów bezglutenowych w Polsce został znacząco poszerzony i jest bardziej atrakcyjny pod względem różnorodności i dostępności takich produktów. Konsumenci mogą wybierać pomiędzy wyrobami producentów krajowych, włoskich, czeskich oraz niemieckich. Na rynku polskim wiele produktów bezglutenowych zawiera bezglutenową skrobię pszenną [16]. W produkcji wyrobów bezglutenowych często stosuje się mąki otrzymane z ziarna zbóż niezawierających białek glutenowych, np. z prosa czy gryki. Ziarno prosa jest surowcem, z którego uzyskuje się kaszę, ale także mąkę i płatki. Mąka jaglana charakteryzuje się łagodnie orzechowym zapachem i zyskuje akceptację świadomych żywieniowo

konsumentów [4]. Nasiona gryki są wykorzystywane przede wszystkim jako surowiec, z którego produkuje się kaszę, w mniejszych ilościach mąkę i płatki. Są one bogate w białko bezglutenowe, witaminy, błonnik pokarmowy oraz mikroelementy, m.in. cynk, żelazo i miedź [2].

Celem pracy było określenie receptury oraz porównanie jakości muffin bezglutenowych gryczanych, jaglanych oraz gryczano-jaglanych wyprodukowanych w dwóch wariantach smakowych: wytrawnym oraz słodkim.

Material i metody badań

Badaniom poddano trzy rodzaje muffin bezglutenowych otrzymanych na bazie mąki jaglanej, gryczanej oraz ich mieszanki, w dwóch wariantach smakowych: słodkim – z dodatkiem kakao oraz wytrawnym – z suszonymi pomidorami.

Muffiny słodkie (G1, J1, GJ1) i wytrawne (G2, J2, GJ2) produkowano według receptur przedstawionych w tab. 1. Po połączeniu w jednolitą masę składników receptury wykonywano porcjowanie ciasta (po 25 g) do wielodołkowej (wysokość 20 mm, średnica 45/30 mm) silikonowej formy do muffin i umieszczano w piecu piekarskim Classic (SvebaDahlen, Szwecja). Muffiny pieczono przez 15 min w temp. 180 °C. Gotowy produkt pozostawiano do wystudzenia. Sporządzono po 3 wypieki każdego rodzaju muffin. Analizy każdego wypieku wykonywano w 3 powtórzeniach.

Tabela 1. Receptury słodkich i wytrawnych muffin bezglutenowych

Table 1. Recipes of sweet and dry tasting gluten-free muffins

Składniki Ingredients	Producent Producer	Rodzaj muffin / Type of muffins		
		gryczane buckwheat [G1/G2]	jaglane millet [J1/J2]	gryczano-jaglano buckwheat-millet [GJ1/GJ2]
Wariant smakowy słodki (1) Sweet taste (1)		Udział składnika [g/100 g] Content of ingredient [g/100 g]		
Mąka gryczana* Buckwheat flour	Bezgluten	24,54	-	12,27
Mąka jaglana* Millet flour	Bezgluten	-	24,54	12,27
Proszek do pieczenia* Baking powder	Dr. Oetker	0,49	0,49	0,49
Olej rzepakowy Rapeseed oil	Kujawski	4,42	4,42	4,42
Jajo (rozmiar M) Egg (size M)	Ovo-Res	12,52	12,52	12,52
Mleko 2 % zaw. tł. Milk 2 % fat content	Mlekovita	25,28	25,28	25,28
Cukier wanilinowy Vanilla sugar	Dr. Oetker	0,73	0,73	0,73

Cukier / Sugar	Diamant	24,54	24,54	24,54
Kakao / Cocoa	DecoMorreno	7,36	7,36	7,36
Chili w proszku Chili powder	Dary Natury	0,12	0,12	0,12
Wariant smakowy wytrawny (2) Dry taste (2)		Udział składnika [g/100 g] Content of ingredient [g/100 g]		
Mąka gryczana* Buckwheat flour	Bezgluten	33,74	-	16,87
Mąka jaglana* Millet flour	Bezgluten	-	33,74	16,87
Proszek do pieczenia* Baking powder	Dr. Oetker	0,65	0,65	0,65
Olej rzepakowy Rapeseed oil	Zakłady Tłuszczowe „Kruszwica” S.A.	5,83	5,83	5,83
Jajo (rozmiar M) Egg (size M)	Ovo-Res	16,33	16,33	16,33
Mleko 2 % zaw. tł. Milk 2 % fat content	Mlekovita	31,50	31,50	31,50
Suszone pomidory Dried tomatoes	Okechamp	9,73	9,73	9,73
Suszona bazylia Dried basil	Prymat	0,65	0,65	0,65
Suszone oregano Dried oregano	Prymat	0,65	0,65	0,65
Sól / Salt	o'Sole	0,92	0,92	0,92

Objaśnienie / Explanatory note:

* – produkt bezglutenowy z licencjonowanym znakiem przekreślonego kłosa / gluten-free product with a licenced crossed grain symbol

Źródło / Source: opracowanie własne / the authors' own study

Ocena jakości muffin obejmowała oznaczenie podstawowych wyróżników jakości, tj. masy i objętości, parametrów barwy, parametrów profilu tekstury oraz ocenę organoleptyczną gotowego produktu.

Muffiny oceniano organoleptycznie metodą pięciopunktową zgodnie z PN-A-88115:1998 [13], z modyfikacją własną. Zespół oceniający (18 osób) uwzględniał takie cechy, jak: kształt i wygląd zewnętrzny, smak, zapach, barwa miękiszu oraz porowatość i elastyczność miękiszu. Klasyfikacji jakościowej muffin bezglutenowych dokonano na podstawie sumy uzyskanych punktów według kryteriów podanych w tab. 2.

W określeniu jakości produktu uwzględniono także wizualną ocenę muffin, m.in. wygląd zewnętrzny i kształt oraz wygląd miękiszu, które udokumentowano na fotografiach.

Masę muffin określano na wadze PS 3500.R2 (Radwag, Polska), natomiast ich objętość wyznaczano w materiale sypkim (nasiona prosa) metodą opisaną przez Jakubczyka i Habera [8].

Tabela 2. Klasyfikacja jakościowa muffin bezglutenowych

Table 2. Qualitative classification of gluten-free muffins

Suma punktów / Total points	Klasa jakości / Quality class
30 ÷ 27	Bardzo dobra / Very good
26 ÷ 22	Dobra / Good
21 ÷ 16	Dostateczna / Sufficient
15 ÷ 11	Niedostateczna / Insufficient
10 ÷ 0	Zła / Bad

Pomiaru barwy dokonywano metodą odbiciową w systemie CIE L*a*b przy użyciu spektrofotometru UltraScan VIS firmy HunterLab (USA). System ten pozwala na zdefiniowanie cech związanych zarówno z jasnością, jak i barwą badanych próbek dzięki zmiennym:

L* – jasność, wyrażona w procentach: od 0 % (czerni) do 100 % (biel),

a* – parametr nasycenia barwy: od zielonej („-a”) do czerwonej („+a”),

b* – parametr nasycenia barwy: od niebieskiej („-b”) do żółtej („+b”).

Pomiar prowadzono w świetle odbitym z zastosowaniem iluminantu D65, typ obserwatora 10° (D65/10), którego ciągle widmo w zakresie widzialnym jest najbardziej zbliżone do światła dziennego, jego temperatura barwowa to 6505 K [3, 11]. Oznaczenie barwy każdego rodzaju muffin wykonano w 6 powtórzeniach, a jako wynik przyjmowano średnią arytmetyczną z otrzymanych wyników.

Pomiar parametrów profilu tekstury (TPA) wykonywano przy użyciu teksturometru Brookfield CT3 (Brookfield, USA). Odpowiednio przygotowane próbki produktu o wysokość 12 mm poddawano dwukrotnemu działaniu stalowej walcowej sondy o średnicy 6/10 mm, poruszającej się z prędkością 1 mm/s, polegającemu na odkształceniu do połowy wysokości próbki. Na podstawie pomiaru wyznaczano takie parametry, jak: twardość I (w pierwszym cyklu pomiarowym) i twardość II (w drugim cyklu pomiarowym), adhezyjność, sprężystość, żujność i kohezyjność. W badaniach zastosowano program TexturePro CT (Brookfield, USA).

Z uzyskanych wyników obliczano wartości średnie i odchylenia standardowe. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi oceniano jednoczynnikową analizą wariancji (ANOVA), przy wykorzystaniu testu Duncana ($p \leq 0,05$). Do analizy wyników użyto programu Statistica 13.1 (StatSoft, USA).

Wyniki i dyskusja

Wyniki badań jakości muffin bezglutenowych zestawiono w tab. 3 - 6.

Masa, jak i objętość badanych muffin były nieznacznie zróżnicowane, przy czym wyższe wartości, nie zawsze statystycznie istotne, wymienionych parametrów obserwowano w przypadku muffin słodkich (tab. 3).

Tabela 3. Charakterystyka fizyczna muffin bezglutenowych

Table 3. Physical profile of gluten-free muffins

Symbol próby Test symbol	Masa Mass [g]	Objętość Volume [cm ³]	Objętość właściwa [cm ³ /g ciasta] Specific volume [cm ³ /g of dough]
G1	16,62 ^a ± 0,43	44 ^c ± 2	1,75 ± 0,05
J1	17,50 ^b ± 0,27	39 ^b ± 1	1,56 ± 0,03
GJ1	17,44 ^b ± 0,25	42 ^{bc} ± 2	1,69 ± 0,07
G2	16,37 ^a ± 0,55	37 ^{ab} ± 2	1,47 ± 0,03
J2	17,15 ^{ab} ± 0,16	34 ^a ± 1	1,39 ± 0,04
GJ2	16,56 ^a ± 0,42	38 ^b ± 1	1,52 ± 0,01

Objaśnienia / Explanatory notes:

Muffiny słodkie / Sweet muffins: G1 – gryczane / buckwheat; J1 – jaglane / millet; GJ1 – gryczano-jaglane / buckwheat and millet; Muffiny wytrawne / Dry tasting muffins: G2 – gryczane / buckwheat; J2 – jaglane / millet; GJ2 – gryczano-jaglane / buckwheat and millet; a, b, ... – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy $p = 0,05$ / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at $p = 0.05$.

Objętość badanych muffin była zróżnicowana (tab. 3). Znacznie mniejsze wartości tego parametru odnotowano w wariantach wytrawnych muffin gryczanych (G2) i jaglanych (J2). Warianty muffin uzyskane z mieszanek mąk bezglutenowych GJ1 i GJ2 nie były zróżnicowane pod względem objętości. Objętość muffin bezglutenowych uzyskanych przez Rajiva i wsp. [14] oraz Ziobrę i wsp. [19] odbiegały od wyników własnych, a wymienieni autorzy do wypieku użyli różnych mieszanek i innych porcji ciasta. Muffiny z mieszanek mąki pszennej i jaglanej, które przygotowali Rajiv i wsp. [14], cechowały się tym mniejszą objętością, im większy był udział mąki jaglanej w mieszance, a objętość muffin uzyskanych w całości z mąki jaglanej wyniosła 1,15 cm³/g ciasta. W badaniach własnych (tab. 3) uzyskano muffiny jaglane o większej objętości [cm³/g ciasta]: 1,56 (J1) oraz 1,39 (J2). Z kolei muffiny wypieczone przez Ziobrę i wsp. [19] z mieszanki mąk bezglutenowych własnej kompozycji osiągnęły objętość 2,26 cm³/g ciasta, czyli znacznie większą niż w niniejszych badaniach (1,39 ÷ 1,75 cm³/g ciasta). Na wielkość omawianego parametru wpływa skład recepturowy produktu. W badaniach wymienionych autorów [14, 19] do otrzymania muffin zużyto większą liczbę jaj (3 sztuki) oraz dodano więcej środka spulchniającego (5 g), co miało bardzo duży wpływ na objętość gotowego produktu. Ponadto Ziobro i wsp. [19] użyli innych mąk bezglutenowych do sporządzania ciasta do wypieku muffin, zaś Rajiv i wsp. [14] zastosowali także dodatek hydrokoloidów mających wpływ na wzmocnienie struktury gotowego produktu.

Wygląd zewnętrzny powierzchni (fot. 1) i wygląd miększu (fot. 2) badanych muffin słodkich był właściwy dla zastosowanych składników. Powierzchnia była lekko popękana i o ciemnobrązowej barwie ze względu na zastosowane w recepturze kakao. Miększ muffin wskazywał na pełne wypieczenie, nie zaobserwowano żadnych zmian wpływających na obniżenie jakości produktu.

Fot. 1. Wygląd zewnętrzny słodkich muffin bezglutenowych
Photo 1. External appearance of sweet gluten-free muffins

Fot. 2. Wygląd miększu słodkich muffin bezglutenowych
Photo 2. Crumb appearance of sweet gluten-free muffins

W przypadku muffin wytrawnych zaobserwowano jasną, charakterystyczną dla surowca barwę powierzchni z pęknięciami (fot. 3) wyraźniej zaznaczonymi niż w muffinach słodkich (fot. 1). Także wyraźniej niż w muffinach słodkich (fot. 1 i 2) widoczna była barwa zastosowanej mąki, gdyż muffiny wypieczone według receptury G2 i GJ2 z udziałem mąki gryczanej były nieznacznie ciemniejsze niż muffiny z mąki jaglanej (J2).

Fot. 3. Wygląd zewnętrzny wytrawnych muffin bezglutenowych
Photo 3. External appearance of dry taste gluten-free muffins

Fot. 4. Wygląd miękkiszu wytrawnych muffin bezglutenowych
Photo 4. Crumb appearance of dry taste gluten-free muffins

Miękisz muffin wytrawnych (fot. 4) odznaczał się dobrą jakością. Widoczny był udział przypraw (bazylii, oregano i suszonych pomidorów) w przekroju miękkiszu, co podkreślało walory organoleptyczne produktu.

Muffiny bezglutenowe poddano ocenie organoleptycznej, a wyniki zamieszczono w tab. 4. Stwierdzono, że nieznacznie wyższą średnią jakością charakteryzowały się muffiny słodkie (26,65 pkt), spośród których najwyżej oceniono produkty G1 (27,28 pkt) i GJ1 (27,05 pkt), na co złożyły się wyższe oceny głównie za smak i barwę. Spośród muffin wytrawnych, które średnio oceniono na 25,61 pkt, najwyższą jakość organoleptyczną, porównywalną z muffinami słodkimi, charakteryzowały się produkty wypieczone według receptury G2 bazującej na mące gryczanej (27,39 pkt). Pozostałe muffiny kwalifikowały się do dobrej klasy jakości.

Tabela 4. Wyniki oceny organoleptycznej i klasyfikacja jakościowa muffin bezglutenowych
Table 4. Results of organoleptic assessment and qualitative classification of gluten-free muffins

Symbol próby Test symbol	Wyróżniki jakościowe oceny organoleptycznej [pkt] Qualitative features of organoleptic assessment [points]						Suma punktów Total points	Klasa jakości Quality class
	Kształt i wygląd zewnętrzny Shape and external appearance	Smak Taste	Zapach Aroma	Barwa miększu Colour of crumb	Porowatość miększu Crumb porosity	Elastyczność miększu Elasticity of crumb		
G1	4,56 ^{ab} ± 0,25	4,78 ^b ± 0,10	4,44 ^{bc} ± 0,10	4,89 ^b ± 0,19	4,72 ^b ± 0,10	3,89 ^{bc} ± 0,19	27,28 ^b ± 0,25	bardzo dobra very good
J1	4,44 ^a ± 0,10	4,67 ^b ± 0,10	4,17 ^a ± 0,11	4,33 ^a ± 0,17	4,22 ^{ab} ± 0,35	3,78 ^b ± 0,25	25,61 ^a ± 0,10	dobra / good
GJ1	4,56 ^a ± 0,10	4,72 ^b ± 0,10	4,28 ^{ab} ± 0,19	4,67 ^{ab} ± 0,17	4,56 ^{ab} ± 0,10	4,28 ^c ± 0,10	27,05 ^b ± 0,25	bardzo dobra very good
G2	4,67 ^{ab} ± 0,17	4,56 ^{ab} ± 0,25	4,50 ^c ± 0,10	4,61 ^b ± 0,25	4,72 ^b ± 0,10	4,33 ^c ± 0,29	27,39 ^b ± 1,02	bardzo dobra very good
J2	4,44 ^a ± 0,19	4,11 ^a ± 0,25	4,33 ^{ab} ± 0,10	4,66 ^b ± 0,29	4,28 ^{ab} ± 0,19	3,22 ^a ± 0,25	25,05 ^a ± 0,69	dobra / good
GJ2	4,33 ^a ± 0,17	4,11 ^a ± 0,19	4,22 ^a ± 0,19	4,11 ^a ± 0,10	3,89 ^a ± 0,35	3,72 ^b ± 0,10	24,39 ^a ± 0,84	dobra / good

Objaśnienia jak pod tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

Kształt i wygląd zewnętrzny muffin oceniono najwyżej w przypadku produktów gryczanych, zarówno słodkich (4,56 pkt), jak i wytrawnych (4,67 pkt). Zdaniem oceniających wszystkie produkty cechowały się bardzo dobrym lub dobrym smakiem i zapachem. Wyżej oceniono jednak smak muffin słodkich, zaś zapach – tych muffin, w składzie których była mąka gryczana. Barwa i porowatość miękiszu większości badanych muffin także były zadowalające, gdyż zarówno muffiny słodkie, jak i wytrawne oceniono z reguły powyżej 4 pkt (wyjątek – GJ2 za porowatość).

Jedynie elastyczność miękiszu w przypadku 4 produktów (G1, J1, J2, GJ2) oceniono poniżej 4 pkt. Jak podają Man i wsp. [9], ciasto, w którym nie ma białek glutenowych, odróżnia się znacznie strukturą od ciasta pszennego. W cieście pszennym ilość i jakość glutenu odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu takich cech wyrobów, jak objętość i porowatość miękiszu, a także jego elastyczność. Stąd też w badanych muffinach bezglutenowych wymienione cechy oceniono dość przeciętnie.

Barwa jest ważnym atrybutem wyrobów piekarskich, ponieważ wpływa na postrzeganie produktu przez konsumenta i decyduje o jego akceptowalności [1].

Tabela 5. Wyniki pomiaru parametrów barwy muffin bezglutenowych w systemie CIE L*a*b*

Table 5. Results of measured colour parameters of gluten-free muffins in CIE L*a*b* system

Symbol próby Test symbol	Parametry barwy / Colour parameters					
	Powierzchnia zewnętrzna External appearance			Miękiś / Crumb		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
G1	30,24 ^a ± 0,91	9,40 ^a ± 0,94	8,47 ^a ± 1,56	24,32 ^a ± 2,29	11,47 ^b ± 1,98	14,26 ^a ± 2,59
J1	28,89 ^a ± 0,64	9,13 ^a ± 0,42	7,70 ^a ± 0,56	28,29 ^b ± 3,94	11,08 ^b ± 0,76	14,05 ^a ± 1,78
GJ1	29,12 ^a ± 0,58	9,63 ^a ± 0,41	8,60 ^a ± 0,35	23,86 ^a ± 1,17	10,91 ^b ± 0,33	12,68 ^a ± 0,62
G2	56,65 ^b ± 2,17	9,24 ^a ± 0,86	24,05 ^b ± 1,82	50,97 ^c ± 6,11	8,11 ^a ± 2,04	20,21 ^b ± 0,95
J2	61,60 ^c ± 2,22	10,25 ^a ± 1,27	31,69 ^c ± 1,39	62,25 ^d ± 3,33	7,12 ^a ± 1,19	27,55 ^c ± 0,90
GJ2	57,84 ^{bc} ± 1,42	9,09 ^a ± 2,17	26,27 ^b ± 3,32	56,28 ^{cd} ± 2,03	5,85 ^a ± 0,81	21,18 ^b ± 0,29

Objaśnienia jak pod tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

Stwierdzono, że średnie wartości jasności, jak i współrzędnych chromatyczności powierzchni i miękiszu słodkich muffin (G1, J1, GJ1) nie były zróżnicowane statystycznie istotnie. Odnotowano jedynie, że miękisz muffin jaglanych był jaśniejszy ($L = 28,29$) w porównaniu z miękiszem pozostałych słodkich muffin. W ocenie parametrów barwy muffin wytrawnych (G2, J2, GJ2) wykazano większy wpływ rodzaju użytej mąki aniżeli w słodkich muffinach. Spośród badanych rodzajów muffin w tej wersji smakowej powierzchnia muffin jaglanych była jaśniejsza ($L = 61,60$) i wyższa była wartość parametru b^* (31,69). Wynik ten wskazuje na większy udział barwy żółtej. W badaniach barwy powierzchni wartość parametru a^* wszystkich rodzajów muf-

fin wytrawnych była na zbliżonym poziomie ($9,09 \div 10,25$). Podobne zróżnicowanie barwy odnotowano także w miękiszu muffin wytrawnych. Miękiś muffin jaglanych (J2) lub z udziałem tej mąki w recepturze (GJ2) był jaśniejszy, odpowiednio: $L = 62,25$ oraz $L = 56,28$, a także – w przypadku produktu otrzymanego z mąki jaglanej (J2) – istotnie większa była wartość parametru b^* ($27,55$), co odróżniało miękis muffin jaglanych od miękiszu wypieków z udziałem mąki gryczanej. Barwa muffin bezglutenowych była w różnym stopniu zależna od rodzaju użytej mąki oraz innych składników receptury. W przypadku barwy miękiszu muffin jaglanych podobne wyniki uzyskali wcześniej Goswami i wsp. [6], w tym średnie wartości jasności L^* ($63,51$) oraz parametru b^* ($27,57$), lecz różną wartość parametru a^* ($4,72$). W recepturze muffin słodkich (tab. 1) stosowano jako składnik kakao i było ono w głównej mierze czynnikiem kształtującym barwę tych produktów. Bhaduri [1] oraz Goswami i wsp. [6] wskazują, że skład mieszanki wypiekowej muffin, w tym rodzaj i ilość dodatków smakowych, w istotny sposób wpływa na barwę gotowego produktu.

W muffinach bezglutenowych określono parametry profilu tekstury (tab. 6).

Tabela 6. Wyniki pomiaru parametrów profilu tekstury muffin bezglutenowych

Table 6. Results of texture profile parameters analysis (TPA) of gluten-free muffins

Symbol próby Test symbol	Parametry profilu tekstury / Texture profile parameters					
	Twardość 1 Hardness 1 [N]	Twardość 2 Hardness 2 [N]	Adhezyjność Adhesiveness [mJ]	Kohezyjność Cohesiveness	Elastyczność Elasticity	Żujność Chewiness [N]
G1	$11,06^b \pm 1,73$	$9,59^b \pm 1,73$	$0,44^a \pm 0,11$	$0,38^b \pm 0,03$	$0,81^b \pm 0,07$	$3,52^b \pm 1,22$
J1	$10,11^b \pm 4,05$	$7,78^{ab} \pm 4,64$	$0,39^a \pm 0,22$	$0,32^a \pm 0,02$	$0,71^a \pm 0,13$	$2,23^a \pm 1,21$
GJ1	$7,00^a \pm 0,98$	$5,96^a \pm 0,85$	$0,47^a \pm 0,19$	$0,36^{ab} \pm 0,03$	$0,75^{ab} \pm 0,14$	$1,91^a \pm 0,63$
G2	$10,14^b \pm 1,46$	$9,09^b \pm 1,29$	$0,58^a \pm 0,29$	$0,41^b \pm 0,02$	$0,85^b \pm 0,05$	$3,52^b \pm 0,67$
J2	$20,05^d \pm 2,38$	$17,02^d \pm 2,54$	$0,97^b \pm 0,46$	$0,31^a \pm 0,04$	$0,77^{ab} \pm 0,06$	$4,84^c \pm 1,13$
GJ2	$13,63^c \pm 0,78$	$12,06^c \pm 0,70$	$0,89^b \pm 0,28$	$0,38^b \pm 0,02$	$0,85^b \pm 0,05$	$4,46^c \pm 0,42$

Objaśnienia jak pod tab. 3. / Explanatory notes as in Tab. 3.

Wartości parametru twardości I zawierały się w przedziale $7,00 \div 20,05$ N, zaś wartości twardości II zmierzone w drugim cyklu pomiarowym – w przedziale $5,96 \div 17,02$ N. Jak wykazali Sanz i wsp. [17] w badaniach dotyczących jakości ciast biszkopowo-tłuszczowych, powinny one wykazywać jak najmniejszą twardość i żujność oraz wysoką sprężystość, co jest charakterystyczne dla produktów zawierających cukier i tłuszcz. W badaniach własnych wyniki pomiarów tych parametrów były niższe w przypadku muffin słodkich niż muffin wytrawnych, co mogło być skutkiem udziału w recepturze różnych dodatków smakowych. Adhezyjność muffin słodkich (praca niezbędna do pokonania sił przyciągających pomiędzy żywnością a materiałem, z któ-

rym wchodzi w kontakt) była istotnie mniejsza niż muffin wytrawnych. Kohezyjność i elastyczność miękiszu kształtowała się na podobnym poziomie w muffinach uzyskanych z tej samej mąki lub mieszanki mąk bezglutenowych. Porównanie uzyskanych w pracy wyników pomiarów tekstury muffin bezglutenowych z uzyskanymi przez Ziobrę i wsp. [19] dowodzi, że były one skutkiem braku białek glutenowych i tym samym braku możliwości uformowania siatki glutenu w cieście. Ziobro i wsp. [19] wykazali kohezyjność muffin bezglutenowych na poziomie $0,41 \div 0,58$ i elastyczność – $0,83 \div 0,90$, czyli wartości nieznacznie większe niż uzyskane w tej pracy. Z kolei żujność muffin w badaniach tych autorów [19] mieściła się w przedziale $9,3 \div 26,5$ N, zaś żujność muffin jaglanych podana przez Rajiva i wsp. [14] wyniosła 4,8 N, zatem wartości były wyraźnie wyższe niż uzyskane w niniejszej pracy ($1,91 \div 4,84$). Tak znaczne różnice wartości parametrów tekstury badanych muffin i wyników uzyskanych przez ww. autorów wynikają z innego składu recepturowego, w tym także z użycia innych mąk bezglutenowych.

Wnioski

1. Zastosowane w badaniach mąki bezglutenowe można stosować do wytwarzania dobrej jakości muffin o akceptowanych właściwościach organoleptycznych. Istotnie wyżej oceniono jednak muffiny sporządzone na bazie mąki gryczanej i o smaku słodkim.
2. Parametry barwy muffin bezglutenowych były istotnie zróżnicowane w zależności od rodzaju użytej mąki oraz innych składników receptury.
3. Muffiny bezglutenowe istotnie różniły się parametrami tekstury, za wyjątkiem elastyczności miękiszu, co wskazuje na istotny wpływ różnych receptur, jak i zróżnicowaną przydatność użytych surowców do produkcji wyrobu gotowego o pożądanych cechach.
4. Muffiny bezglutenowe wykonane według zaproponowanych receptur mogą stanowić propozycję wyrobów cukierniczych zarówno dla osób na diecie bezglutenowej, jak i konsumentów poszukujących wartościowych i smacznych produktów.

Badania sfinansowano w ramach dotacji Uniwersytetu Rzeszowskiego na utrzymanie potencjału badawczego w roku 2019.

Literatura

- [1] Bhaduri S.: A comprehensive study on physical properties of two gluten-free flour fortified muffins. J. Food Process. Technol., 2013, 4 (8). DOI: 10.4172/2157-7110.1000251.
- [2] Chłopicka J.: Gryka jako żywność funkcjonalna. Bromat. Chem. Toksykol., 2008, 41 (3), 249-252.

- [3] CIE DS 014-4.3/E:2007. Colorimetry. Part 4: CIE 1976 L*a*b* Colour Space.
- [4] Czerwińska D.: Wartość odżywcza i wykorzystanie prosa. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2010, 10, 11-12.
- [5] Diowks A., Sucharzewska D., Ambroziak W.: Rola błonnika pokarmowego w kształtowaniu cech funkcjonalnych ciasta i chleba bezglutenowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, 2 (63), 83-93.
- [6] Goswami D., Gupta R.K., Mridula D., Sharma M., Tyagi S.K.: Barnyard millet based muffins: Physical, textural and sensory properties. *LWT – Food Sci. Technol.*, 2015, 64(1), 374-380.
- [7] Hoffmann M., Jędrzejczyk H.: Żywność bezglutenowa – legislacja i aspekty technologiczne jej produkcji. *Post. Techn. Przetw. Spoż.*, 2007, 1, 67-69.
- [8] Jakubczyk T., Haber T. (Red.): *Analiza zbóż i przetworów zbożowych*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa 1983.
- [9] Man S., Păucean A., Muste S., Pop A.: Studies on the formulation and quality characteristics of gluten free muffins. *J. Agroaliment. Proc. Technol.*, 2014, 20 (2), 122-127.
- [10] Marciniak-Łukasiak K., Dłużewska E.: Pseudozboża w żywności bezglutenowej. *Przem. Spoż.*, 2018, 72 (9), 46-50.
- [11] Papadakis S.E., Abdul-Malek S., Kamdem R.E., Yam K.L.: A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. *Food Technol.*, 2000, 54 (12), 48-51.
- [12] Paprocki J.: Żywność bezglutenowa – co mówi prawo? *Przegl. Piek. i Cukier.*, 2017, 8(65), 37.
- [13] PN-A-88115:1998. Wyroby ciastkarskie. Wyroby biszkoptowe i biszkoptowo-tłuszczowe.
- [14] Rajiv J., Soumya C., Indrani D., Venkateswara Rao G.: Effect of replacement of wheat flour with finger millet flour (*Eleusine cormana*) on the batter microscopy, rheology and quality characteristics of muffins. *J. Texture Stud.*, 2011, 42 (6), 478-489.
- [15] Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 828/2014 z dnia 30 lipca 2014 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat nieobecności lub zmniejszonej zawartości glutenu w żywności. *Dz. U. L* 228, ss. 5-8, z 31.07.2014.
- [16] Rybicka I.: Zmiany na rynku żywności bezglutenowej. *Przem. Spoż.*, 2014, 68 (8), 32-35.
- [17] 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.
- [18] Słowik E.: Charakterystyka technologiczna surowców bezglutenowych. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2017, 4, 26-28.
- [19] Ziobro R., Litwinek D., Mickowska B.: Porównanie składu chemicznego i właściwości teksturalnych muffin z mieszanki bezglutenowej i mąk owsianych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2015, 1 (98), 131-142.

QUALITY ASSESMENT OF GLUTEN-FREE MUFFINS FROM MILLET AND BUCKWEAT FLOURS

S u m m a r y

The only way to treat celiac disease, gluten-dependent celiac disease or gluten enteropathy, is to completely eliminate gluten proteins from foods, and this entails a strict adherence to a gluten-free diet. The objective of the research study was to develop a recipe for gluten-free muffins and to compare the quality of buckwheat, millet and buckwheat-millet muffins produced in two flavour variants: sweet and dry taste. The quality tests of muffins comprised the assessment of their external appearance and crumb, measurement of colour parameters, analysis of texture profile parameters (TPA) and organoleptic assessment. Under the organoleptic assessment of sweet muffins, the buckwheat and buckwheat-millet muffins scored

the best and as regards the dry tasting muffins, the buckwheat muffins were rated the highest and they were classified as a very good quality class. The quality of other muffins was classified as good. The colour of the analysed gluten-free muffins depended, to a varying degree, on the type of flour used and on other ingredients of the recipe. The crumbs of the tested muffins were of a similar elasticity while other parameters of their texture were significantly different. Based on the results obtained, it was found that the gluten-free flours tested and also their blends can be used to produce muffins of a good organoleptic quality and they might raise interest of consumers looking for valuable, tasty and, in the first place, dietary cereal products.

Key words: gluten-free muffins, millet flour, buckwheat flour, TPA, organoleptic assessment