

WPLYW DODATKU SUSZONYCH OWOCÓW JAGODOWYCH NA CECHY BABECZEK BEZGLUTENOWYCH

Przemysław Kowalczewski¹⁾, Eva Ivanišová²⁾

¹⁾ Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań, przemyslaw.kowalczewski@up.poznan.pl

²⁾ Department of Plant Storage and Processing, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra, Nitra, Slovakia

Streszczenie

Celem niniejszej pracy było otrzymanie i scharakteryzowanie zmian cech babeczek bezglutenowych na skutek wzbogacenia ich składu w suszone owoce jagodowe będące źródłem antocyjanów. Przeprowadzono analizy muffin zawierających dodatek 5%, 10% i 15% suszonych owoców czarnej porzeczki oraz jagody. Wykazano, że dodatek suszonych owoców zmienia parametry fizykochemiczne otrzymanych muffin, jak również właściwości przeciwutleniające. Analiza tekstury wykazała, że jędrność, spójność, żujność i odbojność babeczek wzbogaconych, w porównaniu do próby kontrolnej, znacząco zmalała. Nie zauważono natomiast zmian w wartościach parametru sprężystości. Zaobserwowano także zmiany w barwie, w tym przesunięcie parametru barwy w kierunku zielonej i niebieskiej. Ponadto, całkowita zawartość związków polifenolowych i zdolność przeciwutleniająca otrzymanych babeczek są znacznie zwiększone, gdy wzrasta udział dodatku suszonych owoców. Pomimo znacznych zmian właściwości fizykochemicznych, ocena konsumenta wyraźnie pokazała, że możliwe jest otrzymanie atrakcyjnego sensorycznie produktu o wysokim potencjale przeciwutleniającym.

Słowa kluczowe: muffiny, czarna porzeczka, jagoda, antocyjany, właściwości przeciwutleniające

THE EFFECT OF THE ADDITION OF DRIED BERRIES ON THE CHARACTERISTICS OF GLUTEN-FREE MUFFINS

Summary

The aim of this study was to obtain and characterize changes in gluten-free muffins as a result of enriching their composition with dried berries being an anthocyanin source. Analyzes of muffins containing 5%, 10% and 15% of dried blackcurrant fruit and berries were carried out. It has been shown that the addition of dried fruits changes physico-chemical parameters of the obtained muffins and antioxidant properties as well. Analysis of the texture showed that the firmness, cohesiveness, chewiness and resilience of enriched muffins compared to the control sample decreased significantly. However, no changes were observed in the values of the springiness parameter. Changes in color were also observed, including the shift of the color parameter towards green and blue. Moreover, the total phenolic compounds and antioxidant capacity of obtained muffins are significantly increased as the percentage of dried berries addition increases. Despite the significant changes in the physicochemical properties, the consumer evaluation has clearly shown that it is possible to obtain a product with high antioxidant potential and attractive sensory properties.

Keywords: muffins, black currant, berry, anthocyanins, antioxidant properties

WSTĘP

Muffiny są jednymi z najbardziej popularnych słodkich przekąsek spożywanych na całym świecie. Tradycyjnie do ich produkcji wykorzystuje się mąkę pszenną, cukier, olej, jaja i mleko [Sanz i in. 2009]. Z uwagi na ich teksturę i smak cieszą się niesłabnącą wysoką akceptacją konsumencką. Ponadto muffiny wzbogacane są często w związki prozdrowotne, mające podnieść ich wartość żywieniową, jak przeciwutleniacze czy błonnik [Struck i in. 2016, Mildner-Szkudlarz i in. 2016, Mildner-Szkudlarz i in. 2015]. Niemniej jednak najważniejszym składnikiem tworzącym właściwą konsystencję ciasta, a w konsekwencji strukturę i wygląd babeczek jest gluten, który stanowi zagrożenie dla osób stosujących dietę bezglutenową, a przede wszystkim dla osób dotkniętych chorobami związanymi z obecnością glutenu w żywności m.in. celiakią [Bubis, Przetaczek-Rożnowska 2016]. Celiakia, nazywana także chorobą trzewną czy przewlekłą enteropatią jelita cienkiego, wynika z nadwrażliwości na gluten [Czerwionka-Szafarska i in. 2006]. Nie istnieją skuteczne sposoby leczenia choroby trzewnej, która coraz częściej diagnozowana jest u osób dorosłych, mimo, że dawniej

określana była jako choroba wieku dziecięcego. Odpowiednia dieta, pozbawiona glutenu, pozwala chorym prawidłowo funkcjonować na co dzień, bez odczuwania dolegliwości, pochodzących głównie ze strony przewodu pokarmowego. Muffiny bezglutenowe nie zawierają cennego składnika strukturotwórczego jakim jest gluten, co stwarza wiele problemów w technologii ich produkcji. Formowanie ciasta, spulchnienie, a po wypieku struktura i konsystencja produktu znacząco odbiega od parametrów pieczywa tradycyjnego. Miększy wypieków bezglutenowych jest mniej wilgotny, a także bardziej kruchy. Dla poprawy lub wzbogacenia ubogiego smaku można zastosować kawałki czekolady, kakao, suszone owoce oraz inne dodatki. Na szczególną uwagę zasługują owoce jagodowe, które są bogatym źródłem barwników antocyjanowych – związków o udokumentowanym silnym działaniu przeciwutleniającym i prozdrowotnym [Saluk-Juszczak 2010].

Suszone owoce jagody oraz czarnej porzeczki dodano do pieczywa cukierniczego w celu wzbogacenia go w antocyjany, które mają udokumentowany pozytywny wpływ na nasz organizm. Owoce porzeczki to ciemnofioletowo zabarwione jagody, które swoją barwę zawdzięczają zawartym w nich pochodnym cyjanidyny i delfinidyny. Wśród barwników antocyjanowych występujących w owocach czarnej porzeczki do najważniejszych należą: delfinidyno-3-O-glukozyd, delfinidyno-3-O-rutynozyd, cyjanidyno-3-O-glukozyd, cyjanidyno-3-O-rutynozyd [Dembczyński i in. 2015, Piątkowska i in. 2011]. Jagoda (borówka czernica) natomiast stanowi jedno z najbogatszych źródeł antocyjanów, których zawartość jest zdecydowanie wyższa niż w innych owocach jagodowych i stanowi nawet 300-700 mg/100 g świeżych owoców [Dembczyński i in. 2015, Drozd, Anuszevska 2013]. Wzbogacenie składu w prozdrowotne antocyjany pozwoli na dostarczenie związków o działaniu przeciwutleniającym, niezbędnych do ochrony przed stresem, jak również poprawi smak otrzymanych babeczek bezglutenowych.

Celem niniejszej pracy była charakterystyka zmian wskutek dodatku suszonych owoców borówki czernicy oraz porzeczki czarnej, zastosowanych do wzbogacenia cukierniczego pieczywa bezglutenowego, na wybrane właściwości fizykochemiczne, atrakcyjność konsumencką produktów finalnych, a także aktywność biologiczną wyrażoną jako zawartość związków polifenolowych ogółem oraz całkowitą zdolność antyoksydacyjną.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Otrzymywanie suszu owoców jagodowych

Zakupione w sieci handlowej owoce czarnej porzeczki (*Ribes nigrum*) oraz borówki czernicy (*Vaccinium myrtillus*) wysuszono sublimacyjnie w liofilizatorze Beta I-16 (Martin

Christ, Niemcy). Temperatura półek wynosiła 15°C przy suszeniu właściwym (36h) oraz 25°C przy dosuszaniu (12h). Ciśnienie przy suszeniu właściwym wynosiło 10Pa, a dosuszanie odbyło się bez jego kontroli. Otrzymany susz zmielono w młynku MF 10 Basic (IKA, Niemcy) do proszku o największej średnicy ziaren równej 2mm. Liofilizat przechowywano w atmosferze gazowego azotu w temperaturze -20°C.

Przygotowanie ciasta i wypiek babeczek

Muffiny bez dodatku, będące próbą odniesienia (K), przygotowano z następujących składników: 7,7% mąki jaglanej (Glutenex sp. z o.o., Polska), 7,7% mąki kukurydzianej (Glutenex sp. z o.o., Polska), 3,1% mąki ryżowej (Glutenex sp. z o.o., Polska), 12,2% skrobi ziemniaczanej (PPZ Trzemeszno sp. z o.o., Polska), 1,5% kakao odtłuszczonego ciemnego (Celiko S.A., Polska), 38,2% cukru trzcinowego (Pfeifer & Langen Polska S.A., Polska), 0,3% sody oczyszczonej (Dr. Oetker Polska Sp. z o.o., Polska), 0,2% soli (Kopalnia Soli Kłodawa S.A., Polska), 6,1% masła (Średzka Spółdzielnia Mleczarska "JANA", Polska), 18,3% jaj (Fermi Drobiu Mizgier, Polska), 3,5% sok i 1,2% skórka z cytryny. Do analiz przygotowano także warianty babeczek zamieniając skrobię ziemniaczaną suszonymi owocami jagodowymi w ilości 5%, 10% i 15% nazywając je odpowiednio dla borówki czernicy: 5BC, 10BC oraz 15BC i dla czarnej porzeczki: 5CP, 10CP oraz 15CP. Mieszenie ciasta wykonano z użyciem miksera KitchenAid przez 5 min przy prędkości 70 rpm. Do dzieży miksera dodano suche składniki (mąki, cukier, kakao, soda, susze owocowe) i wymieszano. Następnie dodano żółtka jaj, mleko, uprzednio rozpuszczone i ostudzone do temperatury pokojowej masło, a także skórki i sok z cytryny. Z białek jaj ubito sztywną pianę i połączono z ciastem delikatnie mieszając. Gotowe ciasto (70g) umieszczano w papierowych formach do wypieku muffin, a następnie umieszczono w nagrzanym do 200 °C piecu typ condo (MIWE Michael Wenz GmbH, Niemcy) na 30 min.

Analiza tekstury

Analizę profilu tekstury (TPA) otrzymanych babeczek wykonano dzień po ich wypieku z wykorzystaniem teksturometru TA.XTplus (Stable Micro System Co. Ltd., Wielka Brytania) wyposażonego w 5kg głowicę pomiarową oraz cylindryczną sondę o średnicy 35 mm. Zastosowano następujące parametry testu: pre-test speed: 1,0 mm/s, test speed: 1,7 mm/s oraz strain: 40%. Muffiny przed analizą przygotowano wycinając krążek o grubości 25 mm, usuwając wierzchnią i spodnią część. Podczas analizy rejestrowano jędrność, sprężystość, spójność, żujność oraz odbojność.

Ocena barwy

Analiza barwy mięksiszu babeczek została przeprowadzona z użyciem aparatu Chroma Meter CR-410 firmy Konica Minolta Sensing Inc. (Japonia) w systemie CIE L*a*b*. Oznaczono jasność próby (L*) oraz składowe barwy: a* - nasycenie czerwoną barwą (+) / zieloną (-) oraz b* - nasycenie żółtą barwą (+) / niebieską (-). Na podstawie otrzymanych wyników wyliczono całkowitą różnicę barwy (ΔE) korzystając ze wzoru:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

Oznaczenie zawartości związków polifenolowych ogółem oraz całkowitej zdolności przeciwutleniającej

Ocenę zawartości związków polifenolowych ogółem wykonano metodą spektrofotometryczną z użyciem odczynnika Folina–Ciocalteu wg metody Fanga i in. [2006]. Zawartość związków fenolowych, przeliczony na 1 gram suchej masy, wyrażono jako ekwiwalent kwasu ferulowego (FAE). Pomiar zdolności antyoksydacyjnej z wykorzystaniem kationorodnika ABTS został wykonany metodą zaproponowaną przez Re i in. [1999]. Zdolność antyoksydacyjną na 1 gram suchej masy próby przeliczono na ekwiwalent Troloxu (TEAC).

Ocena atrakcyjności konsumenckiej

Do przeprowadzenia badania oceny konsumenckiej zaproszono 60 niewykształconych panelistów i wykorzystano metodę 9-stopniowej skali hedonicznej. Oznaczenia na skali: 1 - wybitnie nie lubię, 5 – ani nie lubię, ani lubię, 9 - ogromnie lubię. Ocena dotyczyła cech jakościowych: barwy, zapachu, tekstury, smaku oraz ogólnej pożądalności.

Analiza statystyczna

Otrzymane wyniki (n=3) badań poddano jednoczynnikowej analizie wariancji (ANOVA) przy użyciu pakietu Statistica 13 (Dell Software Inc., USA) na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Do wskazania grup jednorodnych zastosowano test post-hoc Tukey HSD.

WYNIKI I DYSKUSJA

Prawidłowe funkcjonowanie organizmu uwarunkowane jest np. od zapewnienia równowagi w procesach redoks. Innymi słowy wygenerowane wolne rodniki tlenowe, powstałe w procesach metabolicznych, muszą zostać wyeliminowane [Alamdari i in. 2007]. Nieefektywne wygaszanie generowanych w procesach metabolicznych reaktywnych form tlenu może prowadzić do stresu oksydacyjnego [Mittler 2002, Sies 1997]. Skutecznym sposobem wspomagania i ochrony organizmu przed negatywnym działaniem reaktywnych form tlenu jest spożywanie odpowiedniej ilości związków o charakterze przeciwutleniającym,

których dobrym źródłem są surowce roślinne. W oczach konsumentów żywność przestała być jedynie źródłem niezbędnych do życia składników. Oczekuje się, że oprócz energii spożywany pokarm dostarczy także związków o charakterze prozdrowotnym, które dodatkowo pomogą nam utrzymać lub poprawić stan zdrowia. Zmieniający się styl życia, stres czy ciągły pośpiech skłaniają producentów żywności do projektowania nowych produktów, które dzięki zawartym w nich składnikom bioaktywnym zapobiegają będącym postępującym chorobom cywilizacyjnym jak również wspomagają leczenie już istniejących schorzeń [Goetzke i in. 2014]. Dodatek suszonych owoców jagodowych znacząco podwyższył potencjał przeciwutleniający otrzymanych muffin (Tabela 1.) z 0,94 mmol/g dla próby kontrolnej do nawet 19,22 mmol/g dla 15CP. Im wyższy udział dodatku suszonych owoców, tym wyższy potencjał przeciwutleniający. Jak jednak podają Mildner-Szkudlarz i in. [2016] podczas wypieku może dochodzić do degradacji barwników antocyjanowych, które są związkami termolabilnymi, a ich stabilność zależy także od pH. Odpowiednio prowadzony proces produkcyjny jest zatem kluczowy do otrzymania produktów o wysokiej zdolności do zmiatania wolnych rodników. Zastosowanie dodatku owoców jagodowych spowodowało także zmiany w zawartości związków polifenolowych ogółem wzbogaconych muffin. W przypadku dodatku suszu czarnej porzeczki przy 5% udziale ilość związków polifenolowych w muffinach wyniosła 1,53 mg/g, osiągając największą wartość przy 15% dodatku suszu (1,73 mg/g), a dla borówki czernicy, odpowiednio, 1,46 i 1,78 mg/g, co jest wartością dwukrotnie wyższą niż w próbie odniesienia (0,86 mg/g).

Tabela 1. Właściwości przeciwutleniające oraz zawartość związków polifenolowych w badanych babeczkach

Antioxidative potential and total phenolic content in tested muffins

Próba <i>Sample</i>	Właściwości przeciwutleniające <i>Antioxidant activity</i> TEAC [mmol/g]	Zawartość związków polifenolowych <i>Total phenolic compounds</i> FAE [mg/g]
K	0,94 ± 0,13 ^d	0,86 ± 0,02 ^c
5BC	14,76 ± 0,87 ^c	1,46 ± 0,22 ^b
10BC	16,43 ± 1,02 ^b	1,49 ± 0,04 ^b
15BC	17,18 ± 1,01 ^b	1,78 ± 0,14 ^a
5CP	16,73 ± 0,98 ^b	1,53 ± 0,08 ^b
10CP	17,46 ± 0,85 ^b	1,60 ± 0,05 ^b
15CP	19,22 ± 1,07 ^a	1,73 ± 0,11 ^a

Wartości średnie oznaczone różnymi literami oznaczają różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)

Mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$)

Barwniki antocyjanowe, korzystne ze względu na aktywność przeciwutleniającą, mogą jednak zmieniać barwę produktu w kierunku fioletowej, która nie jest postrzegana przez konsumentów jako atrakcyjna. Analiza barwy otrzymanych babeczek wykazała, że wzrastający dodatek suszy owocowych spowodował przesunięcie parametru barwy w kierunku zielonej (parametr a^*) i niebieskiej (parametr b^*). Ponadto zauważono, że zmniejszeniu uległa także jasność (parametr L^*). Na podstawie otrzymanych składowych barwy wyznaczono całkowitą różnicę barwy ΔE . Dane literaturowe wskazują, że niewyszkoleni w ocenie produktów konsumenci zauważają różnicę barwy ΔE już w zakresie od 2 do 3,5 [Mokrzycki, Tatol 2011]. Całkowita różnica barw, w odniesieniu do babeczek referencyjnych, wynosiła od 4,46 dla wariantu 5BC, do nawet 7,71 dla wariantu 15CP. Zmiany barwy pieczywa są zatem wyraźnie dostrzegalne. Szczegółowe wartości parametrów barwy zaprezentowano w Tabeli 2.

Tabela 2. Parametry barwy otrzymanych produktów w systemie CIE $L^*a^*b^*$ oraz całkowita różnica barwy

*The color parameters of the obtained products in the $L^*a^*b^*$ system and total color difference*

Próba Sample	L^*	a^*	b^*	Całkowita różnica barwy Total Color Difference ΔE
K	$43,51 \pm 0,34^a$	$10,16 \pm 0,39^a$	$7,57 \pm 1,44^a$	-
5BC	$41,65 \pm 0,06^c$	$7,43 \pm 0,06^d$	$4,72 \pm 2,58^b$	4,36
10BC	$38,77 \pm 0,31^d$	$8,53 \pm 0,15^c$	$3,70 \pm 0,31^c$	6,33
15BC	$38,33 \pm 0,17^d$	$9,67 \pm 0,50^b$	$1,37 \pm 0,09^f$	8,09
5CP	$43,11 \pm 0,36^a$	$8,49 \pm 0,05^c$	$3,29 \pm 0,03^c$	4,61
10CP	$42,54 \pm 0,08^b$	$9,71 \pm 0,16^b$	$2,92 \pm 0,33^d$	4,77
15CP	$38,08 \pm 2,17^d$	$9,61 \pm 0,06^b$	$2,12 \pm 0,02^e$	7,71

Wartości średnie oznaczone różnymi literami oznaczają różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)

Mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$)

Dodatek suszy owocowych w recepturze babeczek wywarł także znaczący wpływ na zmiany wartości parametrów tekstury. Wysoka zawartość skrobi w cieście oraz niska zawartość błonnika pokarmowego prowadzi do otrzymania miękiszu o właściwej porowatości i jędrności [Abdel-Aal 2009]. Zastosowanie dodatków zmniejszyło zawartość skrobi i spowodowało zmniejszenie jędrności miękiszu otrzymanych babeczek z 89,11 N dla próby

referencyjnej, do 13,25 i 12,35 N dla babeczek z 15% udziałem, odpowiednio, suszonych owoców porzeczkii i czarnej porzeczkii. Analogiczne niekorzystne zmiany, zależne od wielkości udziału dodatków, zaobserwowano także dla spójności, żujności i odbojności. Dodatki nie wywarły natomiast istotnych zmian w sprężystości miąższu.

Tabela 3. Wyniki analizy profilu tekstury

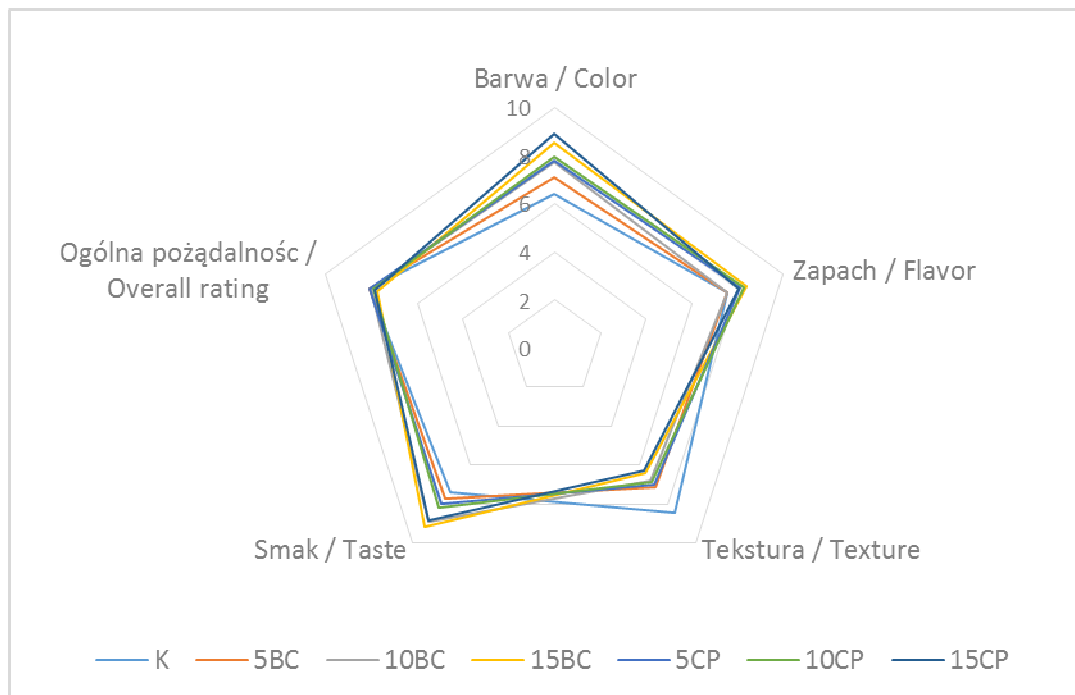
Results of texture profile analysis

Próba <i>Sample</i>	Jędrność <i>Firmness</i> [N]	Sprężystość <i>Springiness</i> [%]	Spójność <i>Cohesiveness</i> [-]	Żujność <i>Chewiness</i> [-]	Odbojność <i>Resilience</i> [-]
K	89,11 ± 0,12 ^a	0,72 ± 0,03 ^a	0,47 ± 0,06 ^a	18,68 ± 0,36 ^a	0,19 ± 0,01 ^a
5BC	28,68 ± 1,84 ^b	0,69 ± 0,07 ^a	0,36 ± 0,02 ^b	9,50 ± 0,02 ^b	0,13 ± 0,01 ^b
10BC	24,56 ± 2,69 ^c	0,67 ± 0,05 ^a	0,33 ± 0,01 ^b	4,13 ± 1,11 ^d	0,13 ± 0,02 ^b
15BC	12,35 ± 1,79 ^f	0,66 ± 0,02 ^a	0,27 ± 0,04 ^c	2,72 ± 0,74 ^e	0,12 ± 0,01 ^b
5CP	20,29 ± 0,39 ^d	0,69 ± 0,03 ^a	0,33 ± 0,01 ^b	6,36 ± 1,30 ^c	0,13 ± 0,01 ^b
10CP	16,62 ± 3,53 ^e	0,68 ± 0,04 ^a	0,31 ± 0,01 ^{bc}	4,87 ± 0,72 ^d	0,13 ± 0,01 ^b
15CP	13,25 ± 1,76 ^f	0,62 ± 0,07 ^a	0,28 ± 0,03 ^c	2,62 ± 0,14 ^e	0,12 ± 0,01 ^b

Wartości średnie oznaczone różnymi literami oznaczają różnice istotne statystycznie ($p < 0,05$)
Mean values denoted by different letters differ statistically significantly ($p < 0.05$)

Projektowanie żywności o podwyższonej wartości odżywczej lub prozdrowotnej jest procesem niezwykle trudnym. Należy mieć na uwadze wszelkie zmiany jakie zastosowane dodatki mogą w produkcji mogą spowodować. Nawet produkt o bardzo wysokiej aktywności biologicznej, bez odpowiedniej akceptacji konsumentkiej, nie odniesie sukcesu rynkowego [Sun-Waterhouse, Wadhwa, 2013]. W związku z licznymi zmianami obserwowanymi w testach analitycznych, wykonano ocenę konsumentką mającą na celu wskazanie jaki poziom stosowanych dodatków jest akceptowalny. Ankietowanych pytano o ocenę barwy, zapachu, tekstury, smaku oraz ogólną pożądalność produktu. Zaobserwowane wcześniej zmiany barwy nie spowodowały jednak obniżenia przyznawanych ocen przez konsumentów, a barwa każdego wzbogaconego wariantu oceniana była wyżej, niż próby odniesienia (Rysunek 1). Najwyższe oceny przyznano wariantom z najwyższym udziałem dodatków. Również zapach i smak babeczek z dodatkami były bardziej atrakcyjne. Zaobserwowane analitycznie zmiany parametrów tekstury znalazły również odzwierciedlenie w ocenach konsumentów. Zastosowane dodatki znacząco obniżyły przyznawane noty z 8,47 dla próby kontrolnej, do 6,3 dla 15CP i 6,4 dla 15BC. Niemniej jednak ocena ogólnej pożądalności

wykazała, że zastosowanie dodatku na poziomie 5% i 10% (zarówno w przypadku borówki czernicy, jak i czarnej porzeczki) nie powoduje istotnych zmian w przyznawanych ocenach, zatem możliwe jest wykorzystanie liofilizowanych owoców do wzbogacenia babeczek bezglutenowych w bioaktywne składniki przy jednoczesnej poprawie ich smaku i zapachu.



Rysunek 1. Wyniki oceny konsumenckiej

Results of consumer study

WNIOSKI

1. Dodatki suszonych owoców borówki czernicy oraz czarnej porzeczki zwiększały zdolność antyoksydacyjną babeczek bezglutenowych.
2. Suszone owoce jagodowe spowodowały zmiany barwy babeczek, w tym przesunięcie parametru barwy w kierunku zielonej i niebieskiej.
3. Zastosowanie dodatków zmieniło teksturę otrzymanego pieczywa zmniejszając jędrność, spójność, żujność i odbojność miększu.
4. Ocena konsumencka wykazała jednak, że możliwe jest wytworzenie w pełni atrakcyjnego sensorycznie pieczywa z udziałem dodatków na poziomie 5% i 10%.

PIŚMIENNICTWO

1. Abdel-Aal E-SM. (2009): Functionality of starches and hydrocolloids in gluten-free foods. W: Gluten-Free Food Science and Technology. London, UK: John Wiley & Sons.

2. Alamdari D.H., Paletas K., Pegiou T., Sarigianni M., Befani C., Koliakos G. (2007). A novel assay for the evaluation of the prooxidant – antioxidant balance, before and after antioxidant vitamin administration in type II diabetes patients. *Clinical Biochem.*, 40, 248-254
3. Bubis E., Przetaczek-Rożnowska I. (2016). Gluten i choroby wynikające z jego nietolerancji. *Kosmos*, 65 (2), 293-302
4. Czerwionka-Szafarska M., Szafarska-Popławska A., Müller L. (2006). Celiakia - choroba trzewna dzieci i dorosłych, *Alergia*, 2, 20-24
5. Dembczyński R., Białas W., Olejnik A., Kowalczewski P., Drożdżyńska A., Jankowski T. (2015). Pozyskiwanie antocyjanów z owoców aronii, czarnego bzu, czarnej porzeczki i korzenia czarnej marchwi metodą ekstrakcji. *Żywność Nauka Technol. Jakość*, 5 (102), 165–181
6. Drozd J., Anuszevska E. (2013). Czarna jagoda – perspektywy nowych zastosowań w profilaktyce i wspomaganiu leczenia chorób cywilizacyjnych. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie*, 2, 226-235
7. Fang Z., Zhang M., Sun Y., Sun J. (2006). How to improve bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) juice color quality: effect of juice processing on bayberry anthocyanins and polyphenolics. *J Agr Food Chem.*, 54, 99-106
8. Goetzke B., Nitzko S., Spiller A. (2014). Consumption of organic and functional food. A matter of well-being and health? *Appetite*, 77C, 94–103.
9. Mildner-Szkudlarz S., Bajerska J., Górnaś P., Seglina D., Pilarska A., Jesionowski T. (2016). Physical and Bioactive Properties of Muffins Enriched with Raspberry and Cranberry Pomace Powder: A Promising Application of Fruit By-Products Rich in Biocompounds. *Plant Foods Hum Nutr*, 71, 165–173
10. Mildner-Szkudlarz S., Siger A., Szwengiel A., Bajerska J. (2015). Natural compounds from grape by-products enhance nutritive value and reduce formation of CML in model muffins. *Food Chem*, 172, 78–85
11. Mittler R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*, 7 (9), 405-410
12. Mokrzycki W.S., Tatol M. (2011). Color difference ΔE : a survey. *Machine Graphics and Vision*, 20 (4), 383-411
13. Piątkowska E., Kopeć A., Leszczyńska T. (2011). Antocyjany – charakterystyka, występowanie i oddziaływanie na organizm człowieka. *Żywność Nauka Technol. Jakość*, 4 (77), 24 – 35

14. Re R., Pellegrini N., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26, 1231-1237
15. Saluk-Juszczak J. (2010). Antocyjany jako składnik żywności funkcjonalnej stosowanej w profilaktyce chorób układu krążenia. *Post. Hig. Med. Dośw.*, 64, 451-458
16. Sanz T., Salvador A., Baixauli R., Fiszman S.M. (2009). Evaluation of four types of resistant starch in muffins. II. Effects in texture, colour and consumer response. *Europ. Food Res. Technol.*, 229, 197-204
17. Sies H. (1997). Oxidative stress: oxidants and antioxidants. *Experimental Physiol.*, 82, 291-295
18. Struck S., Gundel L., Zahn S., Rohm H. (2016). Fiber enriched reduced sugar muffins made from iso-viscous batters. *LWT-Food Sci Technol*, 65, 32-38
19. Sun-Waterhouse D., Wadhwa S.S. (2013). Industry-relevant approaches for minimising the bitterness of bioactive compounds in functional foods: a review. *Food Bioprocess Technol.*, 6, 607-627