

## OCENA WYBRANYCH WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNYCH CIASTA I CIASTEK BISZKOPTOWYCH Z DODATKIEM NATURALNYCH KONCENTRATÓW BARWIĄCYCH

Anna Gerłowicz, Agata Marzec  , Hanna Kowalska ,  
Ewa Domian 

SGGW w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności




**Streszczenie.** Barwa to ważny atrybut sensoryczny, używany podczas wyboru czy też kupna żywności. Wygląd produktów spożywczych determinuje stopień pożądalności przez konsumentów i w związku z tym coraz częściej przemysł spożywczy korzysta z możliwości poprawy wizualnej atrakcyjności żywności. Celem pracy była analiza barwy ciasta oraz ciastek biszkoptowych z sacharozą, erytrytolem i dodatkiem naturalnych koncentratów barwiących. Ponadto analizowano aktywność i zawartość wody, gęstość i strukturę biszkoptów. Rodzaj substancji słodzącej oraz naturalne koncentraty barwiące wpływały istotnie na barwę ciasta. Zastosowanie erytrytolu w formule ciastek biszkoptowych spowodowało otrzymanie ciemniejszej barwy niż w przypadku ciastek z sacharozą, bez względu na użyty naturalny koncentrat barwiący. Każdy wypiek cechował się indywidualnymi właściwościami fizycznymi z zachowaniem tych samych warunków produkcji. Ciasta, do przygotowania których użyto erytrytolu, bez względu na zastosowany barwnik były bardziej wilgotne od tych z sacharozą. Dodatek naturalnego koncentratu barwiącego spowodował wzrost aktywności wody biszkoptów. Wykazano wpływ dodatku naturalnych koncentratów barwiących na gęstość. Struktura ciastek biszkoptowych zależała tylko od rodzaju substancji słodzącej.

**Słowa kluczowe:** ciasto, biszkopty, barwniki, substancje słodzące, barwa

### WSTĘP

Ciasto biszkoptowe jest kompleksem emulsji oraz piany. Biszkopty swoją typową teksturę i strukturę zawdzięczają dużej zawartości jaj, nieobecności tłuszczu oraz kombinacji trzech głównych sposobów napowietrzania podczas produkcji: stosowania chemicznych

---

Agata Marzec  <https://orcid.org/0000-0003-2912-8748>; Hanna Kowalska  <https://orcid.org/0000-0002-6732-4590>; Ewa Domian  <https://orcid.org/0000-0001-6318-751X>

 [agata\\_marzec@sggw.pl](mailto:agata_marzec@sggw.pl)

© Copyright by Wydawnictwo SGGW

środków spulchniających na etapie formulacji, ubijania lub wtrysku pary podczas mieszania oraz rozszerzalności cieplnej w czasie pieczenia [Baldino i in. 2014, Díaz-Ramírez i in. 2016]. Biszkopty o wysokiej jakości powinny charakteryzować się dużą objętością, miękkością oraz delikatną strukturą [Gómez i in. 2007]. Wysoka temperatura pieczenia powoduje reakcje, które prowadzą do wytworzenia licznych związków. Produkty tych reakcji mogą przyczyniać się do wytworzenia walorów sensorycznych wypieku, takich jak: barwa, smak i zapach [Różyło i in. 2016, Srivastava i in. 2017].

Najczęściej stosowaną substancją słodzącą w przemyśle ciastkarskim i głównym składnikiem ciast jest sacharoza [Mieszkowska i Marzec 2016]. Wpływa ona na powstawanie związków odpowiadających za barwę wypieków, opóźnia żelatynizację skrobi i denaturację białka. Dodatkowo pomaga ona wprowadzać komórki powietrzne do ciasta podczas mieszania oraz przyczynia się do tworzenia dobrej struktury, odpowiedniej tekstury i pożądanego smaku produktu [Struck i in. 2014]. Z powodu rozpowszechnienia chorób takich jak cukrzyca i otyłość powszechnie stosuje się substancje słodzące jako suplementów sacharozy, co umożliwi rozwój produktów niskokalorycznych [Hao i in. 2016]. Erytrytol, czyli czterowęglowy alkohol cukrowy, stosowany jest jako dodatek do żywności (E968), nie jest kaloryczny, nie powoduje próchnicy i nie podnosi poziomu indeksu glikemicznego [Storey i in. 2007]. Martínez-Cervera i inni [2012] stwierdzili, że alkohole cukrowe wpływają na strukturę ciasta w podobny sposób jak sacharoza.

Barwa produktów spożywczych jest jedną z cech sensorycznych, która jest oceniana w pierwszej kolejności. Wynika ona z obecności barwników, a także z rozpraszania, pochłaniania oraz interferencji fal promieniowania widzialnego. Przekazuje ona informacje o świeżości, stopniu ugotowania, koncentracji barwników czy też kategorii produktów [Letona i in. 2014]. Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) 1333/2008 dotyczącym dodatków do żywności barwniki są substancjami, które nadają lub przywracają żywności barwę. Obejmują one naturalne składniki żywności oraz naturalne źródła, które w normalnych warunkach nie są spożywane jako żywność, a także nie są stosowane jako typowe składniki żywności.

Celem producentów biszkoptów jest uzyskanie produktów o porowatości, objętości, wyglądzie i składzie zadowalającym konsumentów. Współcześnie bardzo wyraźnie widoczny jest wzrost zainteresowania konsumentów produktami nowymi, atrakcyjnymi pod względem wizualnym. Stąd znajomość wpływu poszczególnych surowców na jakość wypieku jest niezwykle ważna przy doskonaleniu czy też tworzeniu receptur [Marzec i in. 2010, Różyło i in. 2016]. W związku z tym celem pracy była ocena wpływu naturalnych koncentratów barwiących na parametry barwy ciasta oraz ciastek biszkoptowych z sacharozą i erytrytolem. Ponadto analizowano aktywność i zawartość wody, gęstość oraz strukturę miększu biszkoptów.

## **MATERIAŁ I METODY**

Materiałem badawczym było ciasto oraz wypieczone biszkopty. Ciasto i wypieki przygotowano w warunkach laboratoryjnych według przepisu, w którym udział procentowy składników był taki sam, jednakże różnił się on rodzajem substancji słodzącej oraz

naturalnego koncentratu barwiącego. Substancje słodzące, sacharoza (cukier puder, DIAMANT, Polska) i erytrytol (Brenntag, Polska) były zmielone tak, że średnica cząstek wynosiła średnio 5–10  $\mu\text{m}$ . Do barwienia zastosowano nowe barwniki opracowane przez firmę Bart (Słupno, Polska) na bazie naturalnych koncentratów barwiących: 1,3-procentowy  $\beta$ -karoten (karoten 1,3%), 2-procentowy  $\beta$ -karoten (karoten 2%), *Carthamus lemon* (limonka) i *Carthamus* 80%, aronia 20% (aronia), Składniki odważono na laboratoryjnej wadze analitycznej Radwag (Polska) z dokładnością do 0,1 g. Użyto świeże jaja, które pochodziły z farmy SGGW. Białko jaj (150 g) było ubijane przez 2 min mikserem (Zelmer, Poland) działającym w zakresie najwyższych prędkości obrotowych urządzenia. Mikser ustawiano na średnią moc obrotów i do ubitej piany, w minutowych odstępach czasowych, dodano w dwóch porcjach substancję słodzącą (100 g). Następnie co 2 min, w dwóch porcjach dodano żółtka (75 g). Kolejno dodawano barwniki (0,5  $\text{cm}^3$ ), następnie przesiane mąki pszenną typ 450 (Polskie Młyny, Polska) o wilgotności 13% (72 g) i ziemniaczaną (*Hortimex*, Polska) (25 g). Podczas tego etapu przygotowania ciasta składniki mieszane były za pomocą różgi kuchennej. Całkowity czas ubijania i mieszania ciasta wynosił 8 min. Ciasta pieczono na aluminiowych tackach, w temperaturze 210°C przez 10 min. Po upieczeniu wykrawano próbki o wymiarach 65 × 50 mm. Biszkopty studzono przez 30 min przed kolejnymi analizami.

Do oznaczenia barwy w systemie CIE Lab użyto kolorymetru Konica-Minolta CM-5 przy standardowym oświetleniu D65. W dziesięciu próbach każdego ciasta oraz biskopu oznaczono parametry:  $L^*$  jasność (czarny/biały),  $a^*$  barwa czerwona (zielony/czerwony) and  $b^*$  barwa żółta (niebieski/żółty). Otrzymane wyniki stanowiły podstawę do wyznaczenia nasycenia barwy:  $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5}$  i tonu barwy  $h_{ab} = \arctan b^* / a^*$ , gdzie:  $C^*$  – nasycenie barwy;  $a^*$  – udział barwy czerwonej;  $b^*$  – udział barwy żółtej;  $h_{ab}$  – ton/odcień.

Aktywność wody ( $a_w$ ) została wyznaczona za pomocą AquaLAB (Decagon Devices Inc., USA) w temperaturze 25 ± 1°C.

Wilgotność wypieków oznaczano metodą suszarkową (w 105°C, 3 h). Wilgotność wyrażono w procentach (1 g wody na 1 g suchej substancji). Pomiarów wykonano w trzech powtórzeniach.

Gęstość rzeczywista biszkoptów została wyznaczona za pomocą piknometru helowego Sterophyncometer (Quantachrome Instruments, USA). Pomiarów wykonano na próbkach biszkoptów o masie około 8 g.

Obrazy struktury biszkoptów otrzymano, korzystając z mikroskopu stereoskopowego Nikon SMZ1500, połączonego z kamerą DS-Fi1. Zdjęcia wykonano przy powiększeniu 7,5×.

Dwuczynnikową analizę wariancji (MANOVA) przeprowadzono z użyciem Statistica 12 PL, a istotne różnice między średnimi wartościami zmierzonych parametrów określano z użyciem testu wielokrotnego wyboru Duncana. W przypadku rozkładu nienormalnego podział na grupy jednorodne przeprowadzono z użyciem nieparametrycznego testu wielokrotnego porównania (test Kruskala-Wallisa). Wnioskowanie statystyczne przeprowadzono przy poziomie istotności  $p < 0,05$ .

## WYNIKI I DYSKUSJA

Parametry barwy ciasta z substancjami słodzącymi (sacharozą i erytrytolem) bez barwników oraz barwionych przedstawiono w tabeli 1. Ciasta sporządzone z sacharozą zarówno bez dodatku barwników, jak i z barwnikami były jaśniejsze, a ich barwa miała małe nasyceniem i istotnie różniła się tonem od barwy ciast z erytrytolem. Najmniejszym nasyceniem barwy wyróżniało się ciasto z sacharozą bez barwnika. W przypadku ciast z erytrytolem brak pigmentacji również powodował małą wartość parametru C\* (tab. 1).

Tabela 1. Wpływ barwnika na barwę ciast

Table 1. Effect of dye on the color of batter cakes

Substancja słodząca Sweetener	Barwnik – Dye	L*	C*	$h_{ab}$ *
Sacharoza Sacharose	bez barwnika – without dye	84,66 ± 0,10 <sup>j</sup>	16,26 ± 0,16 <sup>a</sup>	-1,56 ± 0,00 <sup>a</sup>
	karoten 1,3% – carotene 1.3%	80,73 ± 0,14 <sup>d</sup>	30,89 ± 0,52 <sup>e</sup>	1,48 ± 0,00 <sup>i</sup>
	karoten 2% – carotene 2%	79,61 ± 0,12 <sup>c</sup>	49,09 ± 0,45 <sup>h</sup>	1,49 ± 0,00 <sup>j</sup>
	aronia	82,65 ± 0,21 <sup>g</sup>	20,21 ± 0,47 <sup>c</sup>	-1,52 ± 0,01 <sup>c</sup>
	limonka – lime	82,34 ± 0,19 <sup>f</sup>	34,41 ± 0,27 <sup>f</sup>	-1,45 ± 0,00 <sup>d</sup>
Erytrytol Erythritol	bez barwnika – without dye	84,48 ± 0,14 <sup>i</sup>	17,10 ± 0,22 <sup>b</sup>	-1,55 ± 0,00 <sup>b</sup>
	karoten 1,3% – carotene 1.3%	78,52 ± 0,15 <sup>b</sup>	43,22 ± 0,75 <sup>e</sup>	1,42 ± 0,00 <sup>g</sup>
	karoten 2% – caroten 2%	75,85 ± 0,14 <sup>a</sup>	73,49 ± 0,69 <sup>i</sup>	1,44 ± 0,00 <sup>h</sup>
	aronia	81,04 ± 0,09 <sup>e</sup>	23,27 ± 0,10 <sup>d</sup>	-1,38 ± 0,00 <sup>f</sup>
	limonka – lime	83,33 ± 0,13 <sup>h</sup>	34,36 ± 0,35 <sup>f</sup>	-1,43 ± 0,00 <sup>e</sup>

a–j – grupy jednorodne przy  $p < 0,05$  – homogeneous groups at  $p < 0.05$ .

Najciemniejszą barwę i najbardziej nasyconą (o czym świadczą wartości parametrów L\* i C\*) miały ciasta z dodatkiem karotenu 2%. Ciasto barwione karotenem 2% zawierające sacharozę charakteryzowało się istotnie mniejszym nasyceniem barwy niż ciasto z erytrytolem (tab. 1). Ciasta, między którymi nie występowały istotne statystycznie różnice barwy, zostały zabarwione koncentratem barwiącym z limonki. Ciasta, do których dodano barwniki karoten 1,3% oraz karoten 2%, miały wartość odcienia większą od zera, a pozostałe mniejszą (tab. 1).

Każdy wypiek (zarówno jego skórka, jak i mięksiz) cechował się indywidualnymi parametrami barwy (tab. 2). Analiza statystyczna wyników wykazała, że nie tylko substancja słodząca, ale i dodatek barwnika wpływał znacząco na barwę biszkoptów. Wszystkie badane rodzaje biszkoptów miały skórkę ciemniejszą niż mięksiz (wartość parametru L\* skórki była istotnie mniejsza niż mięksiz).

Najciemniejszą skórką wyróżniały się biszkopki z sacharozą barwione limonką (57,9) oraz karotenem 2%, ale słodzone erytrytolem (61,6) – tabela 2. Jasność skórki biszkoptów z erytrytolem i dodatkiem karotenu 2% statystycznie nie różniła się od jasności wypieku z sacharozą bez dodatku barwników (61,7). Najjaśniejszą skórkę miały biszkopki z erytrytolem bez barwników (73,6). Obserwacje te dowodzą, że barwa skórki biszkoptów znacząco zależała od współdziałania substancji słodzącej i dodanego barwnika. Jak się należało spodziewać, największe nasycenie barwy skórki zaobserwowano po zastosowaniu karotenu 1,3 i 2%, a najmniejsze w biszkoptach z barwnikiem z aronii (tab. 2).

Tabela 2. Wpływ barwnika na barwę biszkoptów

Table 2. Effect of dye on the color of biscuit

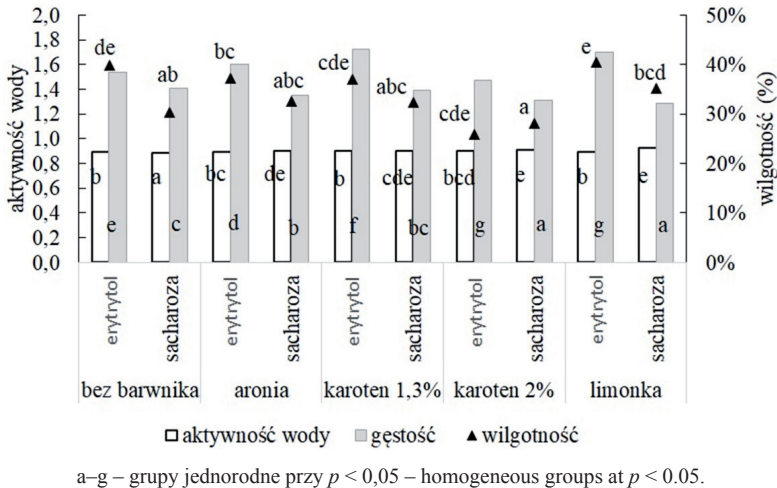
Substancja słodząca Sweetener	Barwnik – Dye	L*	C*	$h_{ab}^*$
Sacharoza – skórka Sacharose – skin	bez barwnika – without dye	61,69 ±0,09 <sup>b</sup>	36,91 ±0,12 <sup>b</sup>	1,23 ±0,00 <sup>a</sup>
	karoten 1,3% – carotene 1.3%	64,87 ±0,03 <sup>f</sup>	41,93 ±0,83 <sup>d</sup>	1,33 ±0,00 <sup>e</sup>
	karoten 2% – carotene 2%	62,86 ±0,08 <sup>d</sup>	57,06 ±0,11 <sup>e</sup>	1,37 ±0,00 <sup>d</sup>
	aronia	62,83 ±0,14 <sup>d</sup>	34,97 ±0,24 <sup>a</sup>	1,29 ±0,00 <sup>b</sup>
	limonka – lime	57,99 ±0,05 <sup>a</sup>	39,18 ±0,16 <sup>c</sup>	1,23 ±0,00 <sup>a</sup>
Sacharoza – miękisz Sacharose – crumb	bez barwnika – without dye	78,83 ±0,15 <sup>c</sup>	22,58 ±0,08 <sup>a</sup>	-1,43 ±0,00 <sup>b</sup>
	karoten 1,3% – carotene 1.3%	75,48 ±0,13 <sup>b</sup>	43,71 ±0,04 <sup>d</sup>	1,57 ±0,00 <sup>e</sup>
	karoten 2% – carotene 2%	72,06 ±0,06 <sup>a</sup>	59,59 ±0,08 <sup>e</sup>	1,53 ±0,00 <sup>d</sup>
	aronia	77,38 ±0,15 <sup>d</sup>	22,71 ±0,07 <sup>b</sup>	-1,42 ±0,00 <sup>c</sup>
	limonka – lime	76,23 ±0,10 <sup>c</sup>	33,55 ±0,10 <sup>c</sup>	-1,46 ±0,00 <sup>a</sup>
Erytrytol – skórka Erythritol – skin	bez barwnika – without dye	73,64 ±0,03 <sup>h</sup>	33,88 ±0,07 <sup>b</sup>	1,32 ±0,00 <sup>e</sup>
	karoten 1,3% – carotene 1.3%	65,75 ±0,07 <sup>g</sup>	42,78 ±0,07 <sup>d</sup>	1,29 ±0,00 <sup>c</sup>
	karoten 2% – carotene 2%	61,64 ±0,08 <sup>b</sup>	51,22 ±0,18 <sup>c</sup>	1,29 ±0,00 <sup>d</sup>
	aronia	62,59 ±0,05 <sup>c</sup>	32,81 ±0,11 <sup>a</sup>	1,28 ±0,00 <sup>b</sup>
	limonka – lime	63,14 ±0,07 <sup>c</sup>	37,46 ±0,09 <sup>c</sup>	1,27 ±0,00 <sup>a</sup>
Erytrytol – miękisz Erythritol – crumb	bez barwnika – without dye	83,21 ±0,06 <sup>c</sup>	19,82 ±0,07 <sup>a</sup>	-1,45 ±0,00 <sup>a</sup>
	karoten 1,3% – carotene 1.3%	78,33 ±0,04 <sup>d</sup>	52,08 ±0,06 <sup>d</sup>	1,49 ±0,00 <sup>e</sup>
	karoten 2% – carotene 2%	73,40 ±0,06 <sup>b</sup>	72,89 ±0,10 <sup>c</sup>	1,44 ±0,00 <sup>d</sup>
	aronia	70,23 ±0,07 <sup>a</sup>	23,80 ±0,05 <sup>b</sup>	-1,38 ±0,00 <sup>c</sup>
	limonka – lime	78,01 ±0,12 <sup>c</sup>	33,88 ±0,07 <sup>c</sup>	-1,43 ±0,00 <sup>b</sup>

a–j – grupy jednorodne przy  $p < 0,05$  – homogeneous groups at  $p < 0.05$ .

W przypadku analizy nasycenia barwy ( $C^*$ ) również wykazano współdziałanie substancji słodzącej z zastosowanym barwnikiem. Biszkopty z erytrytolem barwione karotenem 1,3 i 2% oraz aronią miały mniej nasyconą barwę niż wypieki z sacharozą.

Analiza tonu barwy skórki dowiodła, że największą wartość  $h_{ab}^*$  miały biszkopty z sacharozą barwione karotenem 1,3 i 2%, a najmniejszą próbki z sacharozą bez barwnika i z limonką. W przypadku miękiszu również biszkopt z sacharozą barwiony karotenem 1,3% charakteryzował się największą wartością odcienia miękiszu, a najmniejszą z dodatkiem barwnika z limonki. Wartość  $h_{ab}^*$  biszkoptów z erytrytolem była mniejsza niż biszkoptów z sacharozą. Miękisz biszkoptów z dodatkiem barwnika z aronii i limonki miały ujemne wartości  $h_{ab}^*$ , a z dodatkiem karotenu 1,3% i 2% wartości dodatnie niezależnie od rodzaju substancji słodzącej (tab. 2). Pasqualone i inni [2015] wykazali, że dodatek pszenicy fioletowej spowodował rozjaśnienie barwy miękiszu. W innej pracy ten sam zespół stwierdził, że po dodaniu ekstraktu z wytlóków z winogron barwa miękiszu była jaśniejsza, wartość parametru  $L^*$  z  $21,99 \pm 0,74$  dla próby kontrolnej wzrosła do  $41,14 \pm 4,20$  [Pasqualone i in. 2014]. Opisana zależność była odmienna do uzyskanej w niniejszych badaniach, gdyż w tym przypadku wraz z dodatkiem barwnika jasność miękiszu spadała (tab. 2). Zastosowane w niniejszej pracy barwniki były emulsjami naturalnych koncentratów i prawdopodobnie różniły się od tych stosowanych przez Pasqualone i innych [2014, 2015].

Aktywność wody ( $a_w$ ) biszkoptów mieściła się w przedziale 0,88–0,92. Próby z sacharozą, do których dodano barwnik wykazywały większą aktywność wody niż z erytrytolem (rys. 1). Odwrotnie wyglądała sytuacja w przypadku wypieków bez dodatku barwników. Aktywność wody biszkoptów, w zależności od substancji słodzącej, nie różniła się statystycznie. Biskopt z sacharozą bez barwnika charakteryzował się najmniejszą  $a_w$  wśród badanych, a największą biskopt z sacharozą i barwnikiem z limonki.



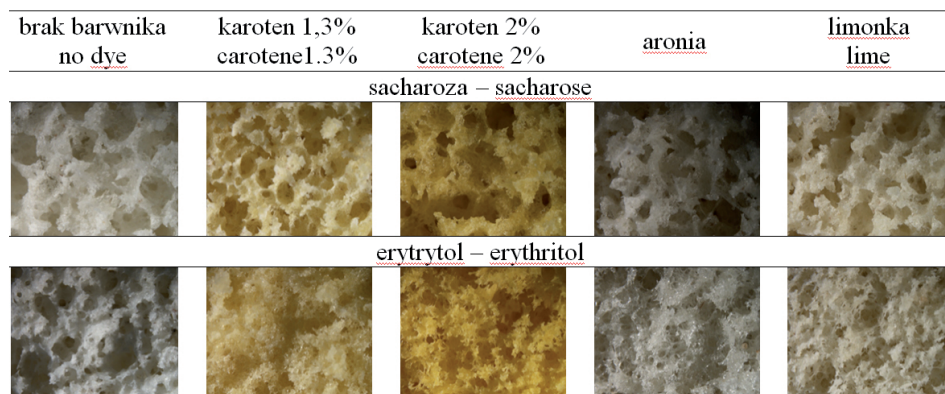
Rys. 1. Wpływ barwnika na aktywność wody, gęstość i wilgotność biszkoptów

Fig. 1. Effect of dye on water activity, density and humidity of biscuit

Wilgotność biszkoptów z sacharozą kształtowała się na poziomie 28–35%, a z erytrytolem 35–41%. Dodatek barwników nie wpływał statystycznie istotnie na wilgotność biszkoptów (rys. 1). W każdym przypadku wilgotność biszkoptów z sacharozą była mniejsza niż z erytrytolem. Najmniejszą wilgotność miał wypiek z sacharozą i barwnikiem karotenem 2%, a największą z erytrytolem barwiony limonką. Wśród biszkoptów z sacharozą największą wilgotność osiągnął wariant z dodatkiem barwnika limonka. Wilgotność biszkoptów z sacharozą nie znacznie różniła się od podanych w literaturze przez Ateş i Elmacı [2018] oraz Ma i Baik [2018]. Różnice mogą wynikać z zastosowanych różnych surowców, ale też parametrów wypieku ciastek (czasu, temperatury).

Rodzaj zastosowanej substancji słodzącej oraz dodatek barwników wpływał statystycznie na gęstość pozorną biszkoptów (rys. 1). W każdym przypadku wypieki z sacharozą miały niższą gęstość niż z erytrytolem. Najniższą gęstością wyróżniały się biszkopty z sacharozą barwione karotenem 2% oraz limonką (rys. 1). Podobnie statystycznie były gęstości biszkoptów z erytrytolem barwione karotenem 2% oraz limonką, ale wyższe niż gęstości wypieków z sacharozą i tymi barwnikami. Zbliżoną do uzyskanej w niniejszej pracy gęstość biszkoptów uzyskali Gómez i inni [2007].

Na rysunku 2 przedstawiono obrazy mikroskopowe ciastek biszkoptowych z sacharozą i erytrytolem oraz barwnikami. Wynika z nich zauważalny wpływ dodatku barwników



Rys. 2. Struktura biszkoptów (powiększenie 7,5×)

Fig. 2. Structure of biscuit (magnification 7.5×)

na barwę oraz strukturę wypieków (tab. 2, rys. 2). W każdym wariantcie biszkoptów miękisz cechował się równomierną barwą, bez oznak cząstek struktury dodawanych barwników.

Barwniki spożywcze nie spowodowały znaczących różnic w strukturze miękiszu biszkoptów w porównaniu do wypieków bez dodatku barwnika. Nie zauważono również występowania zakalca w konstrukcji wypieków. W biszkoptach z sacharozą widoczne były nieregularnie występujące pory otwarte i zamknięte (rys. 2). Cechowała je cienkościenność i duże, choć zróżnicowane średnice. Wypieki z erytrytolem i barwnikami charakteryzowały mniejszą liczbą porów otwartych i zamkniętych (rys. 2). Były one również nieregularnie rozmieszczone w strukturze i cienkościenne, ale ich średnica była mniejsza niż w przypadku biszkoptów z sacharozą.

## WNIOSKI

1. Najciemniejszą barwę ciast biszkoptowych z erytrytolem i sacharozą spowodował dodatek karotenu 2%. Pigment ten spowodował również uzyskanie najciemniejszego miękiszu i skórki biszkoptów z obydwoma substancjami słodzącymi.

2. Bez względu na zastosowany naturalny koncentrat barwiący ciasta, do przygotowania których użyto erytrytolu, były bardziej wilgotne od tych z sacharozą. Dodatek barwnika spowodował wzrost aktywności wody biszkoptów. Biszkopty z erytrytolem osiągały wyższą gęstość niż z sacharozą, a największą wartość gęstości w obydwu przypadkach spowodował dodatek karotenu 1,3%.

3. Barwniki naturalne nie miały wpływu na strukturę biszkoptów, ingerowała w nią jedynie użyta substancja słodząca. Zatem stosowanie naturalnych barwników spożywczych jest dobrym rozwiązaniem w ramach urozmaicenia asortymentu ciastkarskiego.

## LITERATURA

- Ateş G., Elmacı Y., 2018. Coffee silver skin as fat replacer in cake formulations and its effect on physical, chemical and sensory attributes of cakes. *LWT – Food Sci. Technol.* 90, 519–525.
- Baldino N., Gabriele D., Lupi F.R., de Cindio B., Cicerelli L., 2014. Modeling of baking behavior of semi-sweet short dough biscuits. *Innov. Food Sci. Emerg.* 25, 40–52.
- Díaz-Ramírez M., Calderón-Domínguez G., García-Garibay M., Jiménez-Guzmán J., Villanueva-Carvajal A., de la Paz Salgado-Cruz M., Arizmendi-Cotero D., Del Moral-Ramírez E., 2016. Effect of whey protein isolate addition on physical, structural and sensory properties of sponge cake. *Food Hydrocolloid* 61, 633–639.
- Gómez M., Ronda F., Caballero P.A., Blanco C.A., Rosell C.M., 2007. Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf life of yellow layer cakes. *Food Hydrocolloid* 2, 167–173.
- Hao Y., Wang F., Huang W., Tang X., Zou Q., Li Z., Ogawa A., 2016. Sucrose substitution by polyols in sponge cake and their effects on the foaming and thermal properties of egg protein. *Food Hydrocolloid* 57, 153–159.
- Letona P., Chacon V., Roberto C., Barnoya J., 2014. A qualitative study of children's snack food packaging perceptions and preferences. *BMC Public Health* 14, 1–6.
- Ma F., Baik B.K., 2018. Soft wheat quality characteristics required for making baking powder biscuits. *J. Cereal Sci.* 79, 127–133.
- Martínez-Cervera S., Sanz T., Salvador A., Fiszman S.M., 2012. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *LWT – Food Sci. Technol.* 45, 213–220.
- Marzec A., Kowalska H., Gąsowski W., 2010. Właściwości mechaniczne ciastek biszkoptowych o zróżnicowanej porowatości. *Acta Agrophysica* 16 (2), 359–368.
- Mieszkowska A., Marzec A., 2016. Effect of polydextrose and inulin on texture and consumer preference of short-dough biscuits with chickpea flour. *LWT – Food Sci. Technol.* 73, 60–66.
- Pasqualone A., Bianco A.M., Paradiso V.M., Summo C., Gambacorta G., Caponio F., 2014. Physico-chemical, sensory and volatile profiles of biscuits enriched with grape marc extract. *Food Res. Int.* 65, 385–393.
- Pasqualone A., Bianco A.M., Paradiso V.M., Summo C., Gambacorta G., Caponio F., Blanco A., 2015. Production and characterization of functional biscuits obtained from purple wheat. *Food Chem.* 180, 64–70.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności. *Dz.U. L* 354 z 31.12.2008, s.16.
- Różyło R., Dziki D., Ziemichód A., Siasta M., Biernacka B., Łysiak G., al Aridhee J., Kulig R., 2016. Zmiany właściwości fizycznych chleba bezglutenowego pod wpływem dodatku suszonej lucerny. *ZPPNR* 585, 131–139.
- Srivastava R., Bousquières J., Cepeda-Vázquez M., Roux S., Bonazzi C., Rega B., 2017. Kinetic study of furan and furfural generation during baking of cake models. *Food Chem.* 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.126>
- Storey D., Lee A., Bornet F., Brouns F., 2007. Gastrointestinal tolerance of erythritol and xylitol ingested in a liquid. *Europ. J. Clin. Nutr.* 61, 349–354.
- Struck S., Jaros D., Brennan C.S., Rohm H., 2014. Sugar replacement in sweetened bakery goods. *Int. J. Food Sci. Tech.* 49, 1963–1976.



## EVALUATION OF THE ADDITION OF NATURAL COLORING CONCENTRATES ON SELECTED PHYSICAL PROPERTIES OF BATTER AND SPONGE CAKES

**Summary.** The color is perceived as the most important feature of food products, because it is an indicator of aesthetics, freshness, cooking degree as well as the concentration of dyes, which is important in the purchase decision. As a result, the food industry is more and more willing to take advantage of the possibilities of improving the visual attractiveness of food. For this purpose, producers use natural and artificial food colors. The aim of the study was to analyze the color of batter cake and sponge cakes with sucrose, erythritol and natural dyes. In addition, the activity and water content, density and structure of sponge cakes were analyzed. The test material was sponge cake prepared according to the recipe, which included: wheat flour type 450 (72 g), potato flour (25 g), sweetener (100 g), egg white (150 g), egg yolk (75 g). The sweeteners used in the production were sucrose and erythritol. Natural food colors: Carthamus 80% aronia 20% (aronia), 1.3%  $\beta$ -carotene (carotene 1.3%), 2%  $\beta$ -carotene (carotene 2%), Carthamus lemon (lime) were also added in the same amount. Research included determination and color of batter cake and sponge cake in the CIE  $L^*a^*b^*$  system. Then, humidity was investigated by a drying method, water activity and the biscuit density was determined. The structure of the dough was also compared, observing their porosity through a stereoscopic microscope. The results were compared using the analysis of variance (ANOVA), and significant differences between the values were determined using the Duncan multiple choice test at the significance level of  $p < 0.05$ . The use of dyes in the formula of sponge cakes and biscuit resulted in individual physical properties while maintaining the same production conditions. Erythritol batter cakes, regardless of the dye used, were more moist than those with sucrose. The addition of dye resulted in an increase in the activity of water sponge cakes, with pastries with erythritol having higher values. Sponge cake with erythritol reached higher density values than with sucrose, and the highest density in both cases resulted in the addition of 1.3% carotene. The darkest color of sponge cakes with erythritol and sucrose caused the addition of  $\beta$ -carotene 2%. This pigment also caused the darkest crumbs and biscuit skins with both sweeteners. Natural dyes did not affect the structure of sponge cakes, only the sweetener used was interfered with. Therefore, the use of natural food dyes in the production of sponge cakes can be successfully practiced in industry.

**Key words:** cake, biscuits, food dyes, sweeteners, color