

WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE CIASTEK BISZKOPTOWYCH O ZRÓŻNICOWANEJ POROWATOŚCI

Agata Marzec, Hanna Kowalska, Wojciech Gąsowski

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Wydział Nauk o Żywności, SGGW
ul. Nowoursynowska 159C, 02-786 Warszawa
e-mail: Agata_Marzec@sggw.pl

Streszczenie. Celem pracy było badanie wpływu czasu ubijania masy jajecznej i dodatku skrobi ziemniaczanej na porowatość ciastek biszkoptowych oraz ocena wpływu porowatości na ich właściwości mechaniczne. Ponadto podjęto próbę doboru testu mechanicznego do oceny tekstury biszkoptów. Wykonano badania właściwości mechanicznych biszkoptów za pomocą testu profilowej analizy tekstury i łamania. Wydłużenie czasu ubijania masy jajecznej, z 10 do 25 min, powodowało wzrost porowatości biszkoptów bez udziału skrobi w recepturze i zmniejszenie porowatości biszkoptów z dodatkiem skrobi. Wraz ze zwiększeniem ilości dodanej skrobi (z 5% do 50%), porowatość ciastek malała. Mechaniczne wyróżniki tekstury biszkoptów były ujemnie skorelowane z porowatością. Do oceny tekstury ciastek biszkoptowych należy stosować test profilowej analizy tekstury, a nie łamania, ponieważ wystąpiła mniejsza zmienność parametrów mechanicznych oraz silniejsze korelacje z porowatością.

Słowa kluczowe: biszkopty, porowatość, właściwości mechaniczne

WSTĘP

Produkty cukiernicze cieszą się coraz większym zainteresowaniem. Konsumentów zwracają uwagę nie tylko na walory zdrowotne, ale także na teksturę kupowanej żywności. Jakość ciastek biszkoptowych, w dużej mierze zależy od ich porowatości.

Na jakość wyrobów cukierniczych, duży wpływ mają składniki, które wchodzi w skład receptury. Mąka wpływa wyraźnie na konsystencję ciasta, zaś zawarty w niej gluten odpowiedzialny jest za tworzenie tzw. siatki glutenowej, stabilizującej strukturę ciasta (Sai Manohar i Haridas Rao 2002). Cukier również istotnie wpływa na konsystencję, a przede wszystkim na kruchość produktu finalnego. Obecność tłuszczu w recepturze wpływa na zwiększenie plastyczności oraz elastyczności ciasta (Maache-Rezzoug i in. 1998). W przypadku wyrobu klasyczne-

go biszkoptu, surowcami przy jego produkcji są jedynie jaja, mąka oraz cukier, zwykle w proporcji odpowiednio 2:1:1. W tego rodzaju produktach, decydującą rolę odgrywa masa jajeczna, gdyż dzięki odpowiedniemu dopasowaniu parametrów jej napowietrzania, można otrzymać biszkopt o pożądanej porowatości, która jest wyznacznikiem, jakości ciasta biszkoptowego. Oprócz tego możemy stosować dodatek środków istotnie wpływających na strukturę ciasta, w postaci proszku do pieczenia, bądź skrobi (Edoura-Gaena i in. 2007).

Spulchnianie ciast biszkoptowych przebiega poprzez wprowadzenie do masy jajowo-cukrowej pęcherzyków powietrza w trakcie procesu napowietrzania, ta metoda zwana jest fizyczną metodą spulchniania. Dużą rolę w procesie spulchniania ciastek ma również wprowadzenie powietrza do mąki podczas przesiewania. Czynność przesiewania mąki należy wykonać bezpośrednio przed połączeniem mąki z masą jajowo-cukrową. Poza powietrzem, ważnym czynnikiem wpływającym na jakość ciastek jest para wodna powstająca podczas wypieku, pod wpływem wysokiej temperatury (Cronin i Preis 2002). Istotne znaczenie ma również proces mieszania masy jajowo-cukrowej z mąką. Zbyt długie mieszanie masy może spowodować, zwartą konsystencję, a wyroby gotowe mogą mieć mało wykształconą porowatość miękiszu oraz może wystąpić zakalec. Zbyt mała ilość mąki w cieście biszkoptowym może spowodować, uzyskanie biszkoptów o nierównomiernej porowatości.

Wiedza na temat wpływu poszczególnych surowców, na jakość końcową produktu, przydatna jest nie tylko producentom gotowych mieszanek do produkcji biszkoptów, ale także i producentom ciastek, którzy oprócz jakości produktu (uzyskania pożądanej porowatości, czy też objętości ciastka) mogą zredukować czynniki wywołujące choroby, zmniejszając zawartość cukru czy też tłuszczu w produkcie (Boobier i Baker 2007).

W celu określenia jakości otrzymanych biszkoptów, zwykle dokonuje się oceny organoleptycznej. Polega ona na określeniu jednolitości partii, wyglądu zewnętrznego, smaku oraz zapachu, jak i struktury ciastek.

Obecnie, popularne są instrumentalne metody oceniające teksturę badanych produktów min metody mechaniczne. Umożliwiają one wyznaczenie mechanicznych parametrów tekstury trwałego pieczywa cukierniczego takich jak: twardość, spójność, sprężystość, adhezyjność, łamliwość, żujność i gumowatość. Znajomość tych właściwości jest niezbędna przy opracowaniu nowych produktów oraz przy ocenie, jakości gotowych wyrobów.

Celem niniejszej pracy było badanie wpływu czasu ubijania masy jajecznej i dodatku skrobi ziemniaczanej na porowatość ciastek biszkoptowych oraz ocena wpływu porowatości na ich właściwości mechaniczne. Ponadto podjęto próbę doboru testu mechanicznego do oceny tekstury biszkoptów.

MATERIAŁ I METODY

Ciastka biszkoptowe przygotowywano z jaj, cukru kryształu i mąki pszennej w stosunku 2:1:1, metodą na zimno. Składniki użyte do przygotowania ciasta zakupiono w supermarkecie: mąkę Szymanowską – typ 450 (Polskie Młyny S.A.), cukier puder (Kupiec Sp. z o.o.), jaja świeże, skrobię ziemniaczaną (Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego).

Zróżnicowana porowatość ciastek została otrzymana przez zastosowanie różnego czasu ubijania masy jajecznej z cukrem (10, 15, 20 i 25 min) oraz zastąpienie części mąki pszennej, skrobią ziemniaczaną (5, 20, 30 i 50%). Świeże jaja z chłodni, wybijano do wcześniej wysuszonego naczynia. Następnie, przy pomocy łyżki rozmącano jajka, w celu utworzenia względnie jednolitej masy, z której później odważano odpowiednią ilość. Do jaj dodawano, wcześniej naważone: cukier i mąkę wg receptury.

Receptura ciastek: jaja (50%), cukier (25%), mąka (25%), skrobia ziemniaczana w stosunku do mąki (0%, 5%, 20%, 35% i 50%). Tak przygotowane składniki ubijano (napowietrzano) w robocie kuchennym Kitchen Aid 5KPM5 przez 10, 15, 20 oraz 25 min. Sam proces napowietrzania składał się z dwóch etapów:

1. mieszania ciasta z prędkością $70 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$, jedną minutę, w celu dokładnego połączenia się składników i uzyskania jednolitej masy,
2. właściwego napowietrzania, zwiększano prędkość obrotów robota kuchennego do $160 \text{ obr} \cdot \text{min}^{-1}$, na którym napowietrzano ciasto do końca założonego czasu.

Wypiek przeprowadzano w warunkach laboratoryjnych, w piekarniku elektrycznym Amica, wyposażonym w termoobieg, w temperaturze 180°C . Czas wypieku wynosił 20 min. Po wypieczeniu ciasta, specjalną foremką wykrawano ciastka o wielkości 60 mm na 40 mm. Otrzymane ciastka pozostawiano, w temperaturze pokojowej przez 15 min, w celu ostudzenia. Wypiek wykonano w trzech powtórzeniach. Wykonano pomiary wilgotności metoda suszarkową (PN-A-74252:1998).

Ciastka ważono oraz mierzono ich wysokość, szerokość i długość suwmiarką elektroniczną z dokładnością $\pm 0,1 \text{ mm}$. Wymiary te posłużyły do wyznaczenia objętości i gęstości pozornej (ρ_p) ciastek. Gęstość rzeczywistą (ρ_{rz}) badanych próbek wyznaczono za pomocą piknometru helowego Stereophycnometer (Quantochrome Instruments, Boynton Beach, USA).

Obliczono porowatość (ε) biszkoptów wg zależności: $\varepsilon = 1 - \rho_p / \rho_{rz}$; gdzie: ρ_p – gęstość pozorna, ρ_{rz} – gęstość rzeczywista.

Właściwości mechaniczne ciastek bezpośrednio po wypieku badano w teksturometrze Texture Analyzer TA-TX2 (Stabilo Micro Systems Ltd.) stosując test łamania i profilowej analizy tekstury (TPA).

Test łamania wykonano, za pomocą próbnika w kształcie klina. Próbkę ciastka umiejscowiona była na dwóch podporach rozstawionych na szerokość 24 mm. W teście TPA, próbkę ściskano do momentu, aż jej grubość zmniejszyła się o 5 mm (około 50% wysokości). Gdy w badanym materiale nastąpił żądany stopień kompresji, następował 10-cio sekundowy czas relaksacji, po którym próbka została ponownie ściśnięta. Oba rodzaje testów przeprowadzono z prędkością 50 mm·min⁻¹. Na podstawie przeprowadzonych testów wyznaczono mechaniczne wyróżniki tekstury biszkoptów: twardość, kohezynność, konsystencję, gumowatość (Sai Manohar i Haridas Rao 1996), siłę i pracę łamania, moduł Younga i naprężenia łamiące.

Przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji ANOVA, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Średnie wartości z 12 pomiarów, porównano za pomocą testu Tukey'a. Wyznaczono współczynniki korelacji liniowej między porowatością a badanymi parametrami mechanicznymi ciastek. Obliczenia wykonano w programie statystycznym Statgraphics Plus 4.1.

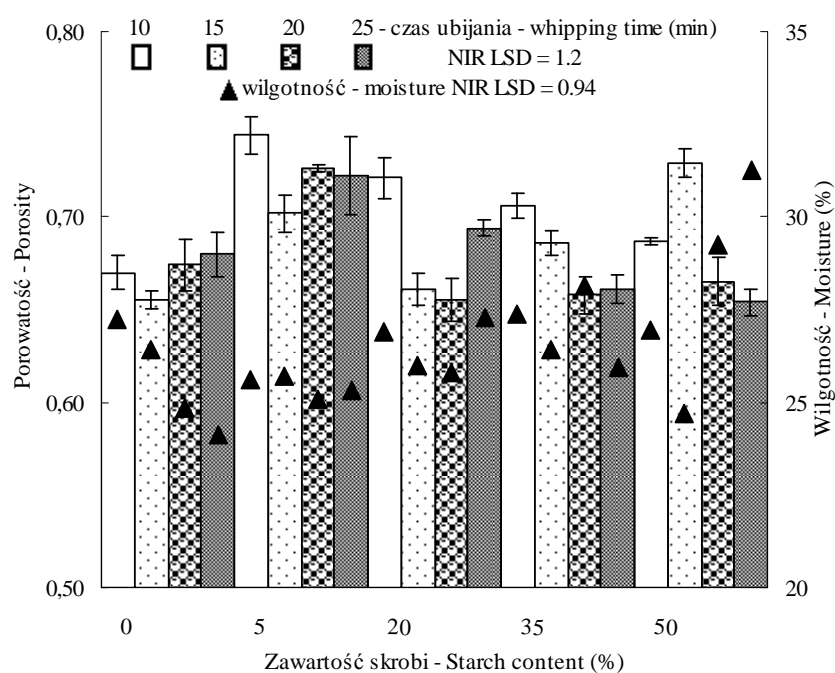
WYNIKI I DYSKUSJA

Jednym z charakterystycznych wskaźników, jakości ciastek biszkoptowych jest porowatość. Im mniejsza właściwa masa miększu, tym ciastka posiadają większą porowatość. Parametr ten wskazuje między innymi na wartość wypiekową mąki, w której ilość glutenu odgrywa decydującą rolę, jak również na pulchność ciasta, na który spory wpływ w przypadku biszkoptu ma czas jak i warunki napowietrzania masy jajecznej (Żbikowska i in. 1997).

Czas ubijania masy jajecznej i dodatek skrobi ziemniaczanej, wpływały na porowatość badanych ciastek biszkoptowych (rys. 1). Ubijanie masy jajecznej przez 10 min powodowało uzyskanie ciastek o najwyższej porowatości. Wydłużenie czasu ubijania masy jajecznej, z 10 do 25 min, powodowało wzrost porowatości biszkoptów bez udziału skrobi w recepturze. W przypadku biszkoptów z dodatkiem skrobi, porowatość ciastek malała wraz z wydłużeniem czasu ubijania masy.

Zaobserwowano, że 5% dodatek skrobi ziemniaczanej miał największy wpływ na porowatość ciastek, niezależnie od czasu ubijania masy. Wraz ze zwiększeniem ilości dodanej skrobi, porowatość ciastek malała. Ciastka z dodatkiem skrobi ziemniaczanej, po 10 min ubijania masy, charakteryzowały się wyższą porowatością, niż biszkopty bez tego dodatku. Roca i in. (2006, 2007) odnotowali podobne wartości porowatości na poziomie $0,67 \pm 0,02$ dla ciastek ubijanych przez 25 min. W innej pracy (Eduora-Gaena i in. 2007) zaobserwowano, że czas ubijania jak i prędkość obrotowa mieszadła nie wpływają istotnie na ilość pęcherzyków powietrza w masie jajecznej w przedziale czasu ubijania między 10 a 20 min. Udowodniono, że im prędkość obrotowa mieszadła była większa, tym optymalny czas ubijania, by osiągnąć największą ilość porów w masie jajecznej był krótszy.

Obecność fazy wodnej w żywności determinuje jej właściwości mechaniczne. Badane biszkopty charakteryzowały się różną wilgotnością, która w zależności od czasu ubijania masy jajecznej i ilości dodanej skrobi, wahała się od 24,07 dla ciastek bez skrobi, do 31,28% dla ciastek z 50% udziałem skrobi w recepturze. Zanotowane różnice wilgotności były istotne (rys.1).



Rys. 1. Średnie wartości porowatości z odchyleniami standardowymi oraz wilgotność biszkoptów bez i z dodatkiem skrobi 5, 20, 35 i 50% dla różnych czasów ubijania masy jajecznej

Fig. 1. Average porosity values of standard deviations and moisture of sponge cakes with starch (0, 5, 20, 35, 50%) for various whipping times

Ważnym elementem informującym, o jakości ciastek są ich cechy teksturalne, które zależą w dużej mierze od receptury, czasu przechowywania jak i warunków produkcji. Dzięki badaniom właściwości teksturalnych takich jak: twardość, kruchość oraz gumowatość możemy stwierdzić, który rodzaj ciastek posiada lepsze walory konsumpcyjne.

W tabelach 1 i 2 zebrano średnie wartości mechanicznych wyróżników tekstury biszkoptów. Otrzymane odchylenia standardowe od wartości średnich parametrów mechanicznych świadczą o znacznej heterogenności badanych biszkoptów. Wynikają one prawdopodobnie z ich niejednorodnej wewnętrznej struktury jak i powierzchni. Większy rozrzut wartości parametrów mechanicznych tekstury zano-

towano w teście łamania (tab. 1) niż w teście profilowej analizy tekstury (tab. 2). Porównywalny poziom zróżnicowania wyników uzyskiwało wielu badaczy analizując parametry mechaniczne produktów zbożowych. Kim i Okos (1999) badając właściwości krakersów za pomocą 3-punktowego testu łamania uzyskali współczynniki zmienności między 12,8% i 47,8%. Zmienność siły łamania wynosiła 16,8% dla sucharków (Mohamed i in. 1982).

Tabela 1. Parametry mechaniczne ciastek biszkoptowych wyznaczone w teście łamania
Table 1. Mechanical parameters of sponge cakes measured in the breaking test

Czas ubijania Whipping time (min)	Zawartość skrobi Starch content (%)	Praca Work (N)	Napężenie Stress (kPa)	Siła Force (N)	Moduł Younga Young modulus (kPa)
10	0	15,49 ± 7,41	8,1 ± 2,4	0,7 ± 0,2	10,4 ± 3,8
15		16,75 ± 5,84	7,7 ± 1,5	0,7 ± 0,1	10,0 ± 1,3
20		38,19 ± 8,27	21,6 ± 4,2	1,6 ± 0,2	36,0 ± 9,3
25		24,61 ± 2,85	17,2 ± 2,0	1,2 ± 0,1	26,9 ± 4,7
10	5	29,07 ± 4,89	12,6 ± 1,2	1,4 ± 0,1	16,2 ± 2,9
15		22,80 ± 6,46	16,7 ± 1,8	1,3 ± 0,3	33,8 ± 6,3
20		25,12 ± 4,55	13,5 ± 3,2	1,1 ± 0,1	17,2 ± 5,9
25		25,34 ± 5,55	13,2 ± 2,7	1,1 ± 0,2	14,7 ± 4,3
10	20	20,33 ± 4,98	9,7 ± 1,8	1,0 ± 0,2	12,1 ± 3,2
15		14,37 ± 3,04	9,9 ± 1,9	0,8 ± 0,1	15,1 ± 3,5
20		21,81 ± 2,85	11,4 ± 1,3	1,0 ± 0,1	12,4 ± 1,9
25		20,00 ± 2,57	10,9 ± 1,0	0,9 ± 0,1	11,6 ± 1,7
10	35	8,27 ± 2,09	6,84 ± 1,6	0,6 ± 0,1	10,1 ± 2,7
15		36,04 ± 5,75	22,6 ± 2,2	1,1 ± 0,1	44,2 ± 10,7
20		27,29 ± 6,49	13,0 ± 2,8	1,3 ± 0,2	15,8 ± 3,4
25		20,53 ± 5,77	11,6 ± 2,3	1,0 ± 0,2	14,3 ± 3,7
0	50	15,81 ± 3,72	6,9 ± 1,3	0,9 ± 0,1	7,0 ± 1,6
15		15,75 ± 3,44	8,0 ± 1,9	0,9 ± 0,2	10,3 ± 3,0
20		15,37 ± 4,22	7,9 ± 1,5	0,9 ± 0,1	9,8 ± 2,2
25		17,03 ± 4,55	9,7 ± 2,0	0,9 ± 0,1	12,8 ± 3,1
NIR – LSD		4,02	2,53	0,17	5,65

Tabela. 2. Parametry mechaniczne ciastek biszkoptowych wyznaczone w teście profilowej analizy tekstury**Table 2.** Mechanical parameters of sponge cakes determined in texture profiling analysis

Czas ubijania Whipping time (min)	Zawartość skrobi Starch content (%)	Twardość Hardness (N)	Gumowatość Gumminess (N)	Konsystencja Consistency (N·s)	Kohezyjność Cohesiveness
10	0	0,72 ± 0,24	18,9 ± 2,6	429,9 ± 52,7	0,519 ± 0,015
15		0,73 ± 0,20	28,6 ± 2,2	586,1 ± 51,4	0,522 ± 0,009
20		1,65 ± 0,21	17,3 ± 1,1	395,3 ± 35,1	0,504 ± 0,003
25		1,20 ± 0,20	30,6 ± 2,3	638,3 ± 52,3	0,506 ± 0,008
10	5	1,45 ± 0,08	15,3 ± 1,8	343,3 ± 44,2	0,519 ± 0,008
15		1,27 ± 0,19	12,2 ± 2,5	282,0 ± 59,9	0,511 ± 0,012
20		1,14 ± 0,13	14,5 ± 2,5	337,8 ± 57,2	0,522 ± 0,008
25		1,15 ± 0,13	12,2 ± 0,5	282,0 ± 17,2	0,518 ± 0,004
10	20	1,01 ± 0,21	9,8 ± 1,2	234,7 ± 23,6	0,528 ± 0,005
15		0,84 ± 0,12	11,3 ± 1,7	261,3 ± 39,2	0,524 ± 0,009
20		0,98 ± 0,16	11,3 ± 1,1	218,4 ± 33,7	0,514 ± 0,009
25		0,92 ± 0,16	15,1 ± 1,3	339,7 ± 36,5	0,513 ± 0,009
10	35	0,61 ± 0,14	6,1 ± 1,1	145,6 ± 24,4	0,556 ± 0,012
15		1,94 ± 0,14	17,4 ± 2,9	370,4 ± 59,5	0,529 ± 0,011
20		1,30 ± 0,21	12,6 ± 2,3	282,0 ± 50,2	0,531 ± 0,010
25		1,05 ± 0,21	9,4 ± 1,5	227,2 ± 30,4	0,532 ± 0,006
10	50	0,92 ± 0,15	9,0 ± 1,4	214,1 ± 31,7	0,528 ± 0,006
15		0,91 ± 0,18	7,8 ± 0,7	190,8 ± 15,1	0,537 ± 0,005
20		0,90 ± 0,15	8,6 ± 0,7	195,3 ± 17,3	0,529 ± 0,013
25		0,95 ± 0,15	11,3 ± 1,6	265,6 ± 37,5	0,519 ± 0,008
NIR – LSD		3,31	1,71	36,16	0,006

Wytrzymałość ciastek oceniono na podstawie analizy: pracy, modułu Younga oraz naprężenia, przy którym ulegały złamaniu. Wykazano, że wytrzymałość oraz twardość ciastek bez dodatku skrobi rosły wraz ze wzrostem czasu ubijania masy. Najwyższe wartości tych parametrów zanotowano po 20 min ubijania masy.

Biszkopty z dodatkiem skrobi zachowywały się odmiennie. Zaobserwowano obniżenie wytrzymałości przy wydłużeniu czasu ubijania, ale tylko przy 5 i 20% dodatku skrobi (tab. 1). Natomiast przy 35 i 50% udziale skrobi w ciastkach wystąpiła tendencja odwrotna, przy czym maksimum tych parametrów odnotowano po 15 min. Zaobserwowano, że dodatek skrobi miał większy wpływ na pracę łamania ciastek niż czas ubijania masy.

Gumowatość definiowana, jako energia wymagana do doprowadzenia produktu do stanu nadającego się do połknięcia, niezależnie od udziału skrobi w recepturze zwiększała się wraz z wydłużeniem czasu ubijania masy i była najwyższa po 25 min (tab. 2). Ciastka ze skrobią charakteryzowały się istotnie niższą gumowatością, niż ciastka bez tego dodatku.

Kohezyjność (spójność) to siła wiązań wewnętrznych utrzymujących produkt jako całość. Cauvain (2004) definiując kohezyjność wskazywał zależność od zawartości wody i sprężystości produktu. Ciastka bez skrobi charakteryzowały się najwyższymi wartościami kohezyjności po 15 min ubijania, zaś najniższymi po 20 min. W przypadku dodatku skrobi stwierdzono, wzrost kohezyjności wraz z wydłużeniem czasu ubijania (tab. 2).

Konsystencja ciastek bez udziału skrobi w recepturze rosła wraz z wydłużeniem czasu ubijania masy jajecznej i maksymalną wartość osiągała po 25 min. Dodatek skrobi do biszkoptów wpływał na obniżenie wartości konsystencji (tab. 2).

Przeprowadzono analizę współzależności między porowatością a parametrami mechanicznymi tekstury. Współczynniki korelacji przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Współczynniki korelacji między porowatością i mechanicznymi wyróżnikami tekstury biszkoptów

Table 3. Correlation coefficients between values of porosity and mechanical descriptors of texture of sponge cakes

Wyróżnik tekstury – Texture descriptor	Porowatość – Porosity
Wilgotność – Moisture (%)	0,292
Konsystencja – Consistency (N·s)	-0,490
Kohezyjność – Cohesiveness	0,357*
Twardość – Hardness (N)	-0,485
Gumowatość – Gumminess (N)	-0,476
Praca łamania – Work (mJ)	-0,342
Siła łamania – Force (N)	-0,266*
Napężenie – Stress (kPa)	-0,461
Moduł Younga – Young modulus	-0,429

*współczynniki nieistotne przy $P < 0,05$ – statistically non-significant difference ($P < 0.05$).

Mechaniczne wyróżniki tekstury: konsystencja ($r = -0,49$), twardość ($r = -0,48$), gumowatość ($r = -0,47$), praca łamania ($r = -0,27$), naprężenie łamiące ($r = -0,46$) i moduł Younga ($-0,43$) były ujemnie skorelowane z porowatością. Oznacza to, że wzrost porowatości powodował obniżenie wytrzymałości, twardości i gumowatości ciastek.

Z przeprowadzonych badań wynika, że wśród różnych mechanicznych parametrów tekstury najsilniej z porowatością korelują twardość i gumowatość, wyznaczone w teście profilowej analizy tekstury. Pozwala to wnioskować, że do oceny tekstury ciastek biszkoptowych należy stosować test profilowej analizy tekstury, a nie łamania.

WNIOSKI

1. Wydłużenie czasu ubijania masy jajecznej z 10 do 25 min powodowało, że porowatość biszkoptów bez dodatku skrobi rosła, a z udziałem skrobi w recepturze malała.

2. Niezależnie od czasu ubijania masy, 5% dodatek skrobi ziemniaczanej wpływał najkorzystniej na porowatość biszkoptów.

3. Mechaniczne wyróżniki tekstury biszkoptów były ujemnie skorelowane z porowatością. Zwiększenie porowatości powodowało mniejszą twardość, gumowatość i wytrzymałość mechaniczną ciastek.

4. Do oceny tekstury ciastek biszkoptowych należy stosować test profilowej analizy tekstury, a nie łamania, ponieważ wystąpiła mniejsza zmienność parametrów mechanicznych oraz silniejsze korelacje z porowatością.

PIŚMIENNICTWO

- Boobier W.J., Baker J.S., 2007. Functional biscuits and coronary heart disease risk factors. *British Food Journal*, 3(109), 260-267.
- Cauvain S.P., 2004. Improving the texture of bread. In: *Texture in Food, Vol. 2: Solid Foods* (ed. D. Kilcast), Woodhead Publishing, Cambridge. 432-450.
- Cronin K., Preis C., 2000. A statistical analysis of biscuit physical properties as affected by baking. *J. Food Engineering*, 46, 217-225.
- Edoura-Gaena R.B., Allais I., Trystram G., Gros J.B., 2007. Influence of aeration conditions on physical and sensory properties of aerated cake batter and biscuits. *J. Food Engineering*, 79, 1020-1032.
- Kim M.H., Okos M.R., 1999. Some physical, mechanical and transport properties of crackers related to the checking phenomenon. *J. Food Engineering*, 40, 189-198.
- Maache-Rezzoug Z., Bouvier J.M., Allaf K., Patras Ch., 1998. Effect of principal ingredients on rheological behavior of biscuit dough and on quality of biscuits. *J. Food Engineering*, 35, 23-42.
- Mohamed A.A.A., Jowitt R., Brennan J.G., 1982. Instrumental and sensory evaluation of crispness: 1. In: *friable foods*. *J. Food Engineering*, 1, 55-75.
- PN-A-74252:1998. Wyroby i półprodukty ciastkarskie – metody badań.

- Roca E., Broyart B., Guillard V., Guilbert S., Gontard N., 2007. Controlling moisture transport in a cereal porous product by modification of structural or formulation parameters. *Food Research International*, 40, 461-469.
- Roca E., Guillard V., Guilbert S., Gontard N., 2006. Moisture migration in a cereal composite food at high water activity: Effects of initial porosity and fat content. *J. Cereal Sciences*, 43, 144-151.
- Sai Manohar R., Haridas Rao P., 2002. Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. *Food Research International*, 35, 807-813.
- Sai Manohar R., Rao H., 1996. Effect of mixing period and additives on the rheological characteristics of dough and quality of biscuits. *J. Cereal Sciences*, 25, 197-206.
- Żbikowska A., Krygier K., Ziemska A., 1997. Wpływ wybranych cech margaryn na jakość ciasta biszkoptowo-tłuszczowego. *Przegląd Piekarski i Cukierniczy*, 3(45), 8-10.

INFLUENCE OF POROSITY ON MECHANICAL PROPERTIES OF SPONGE CAKES

Agata Marzec, Hanna Kowalska, Wojciech Gąsowski

Department of Food Engineering and Process Management,
Faculty of Food Technology, Warsaw University of Life Science
ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa
e-mail: Agata_Marzec@sggw.pl

Abstract. The aim of this study was to investigate how whipping time of egg and the addition of potato starch influence the porosity of sponge cakes and to assess the influence of porosity on the mechanical properties. Also, an attempt was made at the selection of a mechanical test for the evaluation of the quality of biscuits. The mechanical properties of biscuits were measured in breaking test and texture profile analysis (TPA). Whipping time of egg and the addition starch influenced the porosity and the mechanical properties of sponge cakes. Mechanical texture descriptors were correlated with porosity. To assess the texture of sponge cakes one should use the texture profile analysis (TPA), not the breaking test, because it provided less variability of mechanical parameters and a stronger correlation with porosity.

Keywords: sponge cakes, porosity, mechanical properties