

WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE PÓLPRODUKTÓW CIASTKARSKICH I ICH WPŁYW NA JAKOŚĆ WYROBU FINALNEGO

Jaroslawa Rutkowska, Andrzej Neryng

Streszczenie: Celem pracy było określenie wpływu właściwości reologicznych półproduktu na wyróżniki jakości ciasta biszkoptowo-tłuszczowego. Materiałem doświadczalnym były półprodukty ciasta biszkoptowo tłuszczowego z różnym udziałem (15, 19 i 23%) tłuszczów piekarskich. W półproduktach oznaczano masę objętościową oraz lepkość dynamiczną. W wyrobie finalnym przeprowadzono instrumentalną ocenę tekstury oraz ocenę sensoryczną. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że właściwości reologiczne półproduktów kształtowały jakość wyrobów finalnych ciast biszkoptowo-tłuszczowych: masa objętościowa półproduktu ciasta biszkoptowo-tłuszczowego wpływała zarówno na teksturę, jak i na jakość sensoryczną wyrobu finalnego. Wyższe wartości masy objętościowej pogarszały jakość tekstury poprzez obniżanie elastyczności i zwiększanie wartości parametrów testu cięcia oraz obniżały jakość sensoryczną i objętość wyrobu finalnego. Lepkość dynamiczna półproduktu decydowała o elastyczności, unormowanym wyróżniku z testu cięcia i objętości wyrobu finalnego ciasta biszkoptowo-tłuszczowego.

Słowa kluczowe: ciasto biszkoptowo-tłuszczowe, półprodukt, lepkość dynamiczna, tekstura, preferencje konsumenckie

WSTĘP

Podstawowe właściwości reologiczne ciasta pszennego były przedmiotem badań już w latach trzydziestych naszego stulecia. Stało się to za sprawą dwóch fizyków Szofielda i Scott Blaira [1932]. Uznali oni ciasto pszenne z tytułu złożonych właściwości fizycznych za doskonały materiał doświadczalny w badaniach reologicznych.

W wielu pracach stwierdzono, że właściwości reologiczne ciasta mają wpływ zarówno na sposób zachowywania się ciasta w procesach produkcyjnych, jak i na jakość końcowych produktów [Faridi i Faubion 1989, Bloksma 1990]. Zastosowaniem reologii w kontroli jakości zajmowali się: Bushuk [1985], Bloksma [1990]. Ponadto Navickis [1982] stwierdził, że głębsza wiedza o właściwościach lepkosprężystych ciasta jest konieczna dla kontroli jakości, poprawy procesów, takich jak pieczenie, ekstruzja, oraz dla wyjaśnienia oddziaływań pomiędzy składnikami ciasta. Na istotne znaczenie właściwości reologicz-

nych półproduktów w kształtowaniu jakości ciast zwracali również uwagę w swych pracach Haber i Lewczuk [1997], Manohar i Rao [1999] i Rutkowska [2000].

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu właściwości reologicznych półproduktów ciasta biszkoptowo-tłuszczowego na jakość wyrobu finalnego tego ciasta. Realizację celu pracy rozpoczęto od zdefiniowania jakości ciasta biszkoptowo-tłuszczowego. Jako podstawę do wyboru cech składowych jakości tego ciasta przyjęto definicję jakości żywności Baryłko-Pikielnej [1975]. Ustalono, że jakość ciasta biszkoptowo-tłuszczowego (b-t) określają przede wszystkim właściwości struktury (tekstura i jej cechy: elastyczność, łamliwość, twardość, kohezynność, przeżuwalność i inne) oraz objętość i atrakcyjność sensoryczna.

MATERIAŁ I METODY

Materiałem doświadczalnym były półprodukty i wyroby finalne ciasta b-t. Półprodukty przygotowano metodą na „zimno” z dodatkiem różnych tłuszczów cukierniczych (5 margaryn i masło) oraz różną ich zawartością (15, 19 i 23%). Tłuszcze różniły się m.in. zawartością fazy stałej (SFC), która w temperaturze 20°C wynosiła od 12,20 do 25,5%. Zawartość substancji tłuszczowej kształtowała się od 75,3 do 82,5%.

Do pomiarów reologicznych półproduktu zastosowano wiskozymetr rotacyjny typ RV2-2-50 Hz. Użyto cylinder H/H oraz stopień przełożenia przekładni I/a. Wielkość próbki wynosiła 18 g, czas pomiaru 70 s, temp. pomiaru 22°C.

Oznaczenie masy objętościowej półproduktu wykonano, ważąc surowe ciasto w naczyniu szklanym o objętości 300 cm³.

Wyroby finalne ciasta b-t otrzymano, poddając półprodukty obróbce cieplnej w piekarniku z konwekcją wymuszoną. Wszystkie oznaczenia wykonano 24 h po wypieku.

Instrumentalne pomiary tekstury upieczonych ciast wykonano, wykorzystując aparat wytrzymałościowy Instron 4301. Do badań przygotowano próbki w kształcie prostopadłościanu 40×40×40 mm. Zastosowano test cięcia oraz test podwójnego ściskania (metodę TPA) i zastosowano 30 i 80% stopień ściśnięcia próbki. W metodzie TPA prędkość przesuwu elementu roboczego wynosiła 20 mm·min⁻¹, a w cięciu 100 mm·min⁻¹. W TPA otrzymano parametry: twardość, elastyczność, łamliwość, kohezynność i przeżuwalność. W teście cięcia wyznaczono następujące parametry tekstury ciasta: Maksymalną siłę cięcia – Fc max [N], Pracę (energię) potrzebną do przecięcia próbki – Ac2 [J]. Pracę (energię) ugięcia (płynięcia) próbki – Ac1 [J] oraz wyliczono sumaryczną pracę cięcia Ac1+ Ac2 [J]. Następnie przeprowadzono normowanie uzyskanych cech i parametrów (wg metody Stupnickiego [2000]) tekstury w celu porównania jakości tekstury ciast z różnym udziałem i różnym rodzajem dodatku tłuszczowego.

Pomiary objętości upieczonych ciast wykonano aparatem Sa-Wy. Przeprowadzono również ocenę sensoryczną, mierząc preferencje konsumenckie przy wykorzystaniu skali hedonicznej.

W celu poszukiwania współzależności pomiędzy właściwościami reologicznymi półproduktu a wyróżnikami jakościowymi wyrobu finalnego ciasta b-t obliczano współczynniki korelacji. Do wyliczeń korelacji przyjęto wartość średnią uzyskaną z wartości badanych wyróżników półproduktów i ciast z różnym udziałem tłuszczów.

WYNIKI I DYSKUSJA

Oznaczenia półproduktu. Jakość półproduktu, czyli lepkość i związane z tym napowietrzenie, wpływa na jakość upieczonego ciasta i zależy od właściwości użytych surowców [Rutkowska 2000]. Masa objętościowa półproduktu informuje nie tylko o właściwościach dodatku tłuszczowego, ale przede wszystkim o prawidłowym przebiegu procesu wytwarzania surowego ciasta. Masa objętościowa jest miernikiem łatwym i powszechnie stosowanym. Stwierdzono, że masa objętościowa badanych półproduktów była istotnie zróżnicowana ($p < 0,05$) i wynosiła średnio od 889,8 do 1018,3 g (tab. 1).

Tabela 1. Wyniki pomiaru masy objętościowej półproduktu, g·1000 cm⁻³
Table 1. Mean weight by volume of semi-finished product, g·1000 cm⁻³

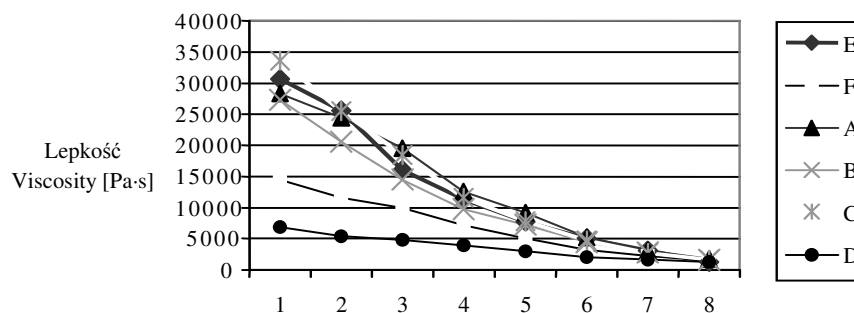
Udział tłuszczu, % Addition of fats, %	Masa objętościowa, g – Volume mass, g					
	Rodzaj tłuszczu – Brand of fat					
	E	F	A	B	C	D
15	938,3	917,8	871,8	887,2	878,0	977,3
19	950,5	948,7	885,7	894,3	917,5	1007,5
23	992,0	988,0	912,0	962,0	1012,2	1070,2
Średnio – Average	960,3	951,5	889,8	914,5	935,9	1018,3

Stopień napowietrzenia półproduktu oznaczono również poprzez badanie jego właściwości reologicznych, oznaczając lepkość dynamiczną metodą rotacyjną. W niniejszej pracy stwierdzono, że najważniejszą wielkością decydującą o stopniu napowietrzenia półproduktu jest jego lepkość dynamiczna, a szczególnie lepkość półproduktu mierzona bezpośrednio po jego wytworzeniu, czyli w pierwszym punkcie pomiarowym. Stwierdzono, że lepkość dynamiczna półproduktu była zróżnicowana ($p < 0,05$) w zależności od rodzaju i zawartości tłuszczu (tab. 2). Zaobserwowano wzrost lepkości dynamicznej półproduktu wraz ze wzrostem tłuszczu w recepturze, np. lepkość dynamiczna półproduktu z marg. A wzrosła z 13 500 Pa·s (półprodukty z 15% zawartością marg.) do 31 900 Pa·s (półprodukty z 23% zawartością marg.). Podobne obserwacje uczynili Haber i Lewczuk [1997] oraz Manohar i Rao [1999], którzy oznaczali lepkość pozorną półproduktu ciasta b-t i zaobserwowali wzrost lepkości półproduktów wraz ze zwiększaniem zawartości tłuszczu w recepturze.

Tabela 2. Wyniki pomiaru lepkości dynamicznej półproduktu
Table 2. Mean values of absolute viscosity for semi-finished product – sponge-cake dough at first measurement point

Udział tłuszczu, % Addition of fat, %	Lepkość dynamiczna, Pa·s – Absolute viscosity, Pa·s					
	Rodzaj tłuszczu – Brand of fat					
	E	F	A	B	C	D
15	15 960	10 260	13 500	25 280	29 620	3852
19	30 620	14 500	28 300	27 360	33 580	6819
23	25 420	20 500	31 900	31 600	36 500	8846
Średnio – Average	24 000	15 080	24 560	28 080	33 230	6500

Zaobserwowano spadek lepkości dynamicznej we wszystkich badanych półproduktach, w czasie pomiaru. Zaobserwowano różną dynamikę spadku lepkości, w zależności od udziału i rodzaju dodatku tłuszczowego w recepturze. Rysunek 1 przedstawia zmienność lepkości dynamicznej półproduktu z 19% zawartością tłuszczu w recepturze. Dynamika tego spadku była uzależniona od zawartości i rodzaju dodatku tłuszczowego w recepturze. Wobec czego stwierdzono, że dynamika spadku lepkości może mieć również wpływ na jakość wyrobu gotowego. Np. wysoką dynamiką spadku lepkości charakteryzowały się półprodukty z dodatkiem margaryn B i C. Można przypuszczać że lepkość dynamiczna jest bardziej miarodajnym wyróżnikiem niż masa objętościowa, ponieważ informuje nie tylko o jego stopniu napowietrzenia, ale może również pozwolić na przewidywanie jakości tekstury wyrobu finalnego. Ponadto stwierdzono, że półprodukty, które charakteryzowały się lepkością dynamiczną w pierwszym punkcie pomiarowym o wartościach 25 000 do 32 000 Pa·s, zapewniały najkorzystniejsze cechy wyrobu finalnego. Istotnie gorszą jakość ciast uzyskiwano z upieczenia półproduktów charakteryzujących się niskimi wartościami początkowej lepkości dynamicznej od 3852 do 8846 Pa·s.



Rys. 1. Zmienność lepkości dynamicznej (Pa·s) półproduktu z 19% dodatkiem tłuszczu
Fig. 1. Variability of semi-finished product absolute viscosity (with addition of 19% fat)

Oznaczenia wyrobu finalnego. Objętość ciast była zróżnicowana w zależności od rodzaju i zawartości tłuszczu w recepturze. Objętość ciast z 15% zawartością tłuszczów wynosiła od 722,2 cm³ (ciasta z marg. D) do 1213 cm³ (ciasta z masłem). Stwierdzono, że wszystkie ciasta z 15% zawartością tłuszczu różniły się istotnie objętością ($p < 0,05$). Natomiast objętość ciast z 23% zawartością tłuszczów wahała się od 844 cm³ (ciasta z marg. D) do 1342 cm³ (ciasta z masłem). Stwierdzono istotne różnice w objętości wszystkich ciast z 23% zawartością tłuszczów ($p < 0,05$). Średnia objętość ciast z różnym udziałem (15, 19 i 23%) tłuszczów (E, F, A, B, C, D) wynosiła: E – 1287 cm³, F – 1102 cm³, A – 1285 cm³, B – 1228 cm³, C – 1219 cm³, D – 791 cm³.

Instrumentalne pomiary tekstury z zastosowaniem metody TPA wykazały, że wraz ze wzrostem dodatku tłuszczu w recepturze obserwowano obniżanie wartości elastyczności ciast (np. spadek elastyczności ciast z dodatkiem margaryny B wynosił od 29,57 do 27,28 mm). Kształtowanie pozostałych cech, jak: twardość, łamliwość, kohezynność,

przeżuwalność było uwarunkowane nie tylko udziałem tłuszczu w recepturze, ale również jego rodzajem (czyli cechami chemicznymi i reologicznymi). Przeliczając wartości rzeczywiste parametrów tekstury na wartości unormowane, uzyskano możliwość oceny profilu tekstury cech TPA (tabela 3) ciast b-t.

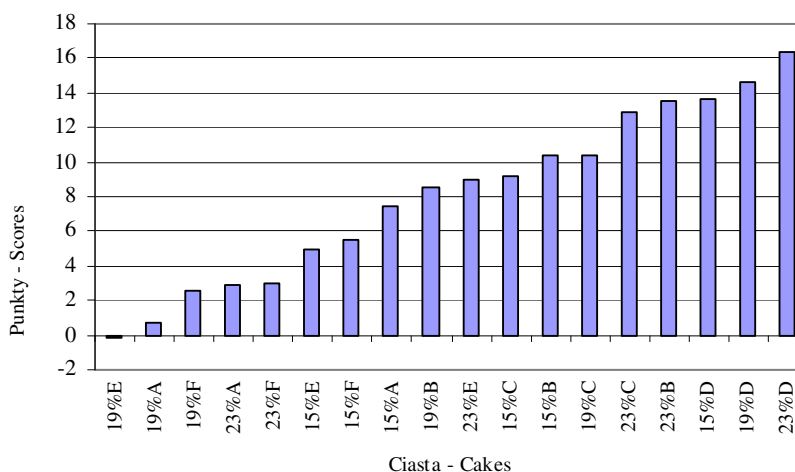
Tabela 3. Wartości rzeczywiste i unormowane cech tekstury (TPA) ciast biszkoptowo-tłuszczowych
Table 3. Actual and standardised values of texture (TPA) parameters for sponge-cake doughs

Rodzaj tłuszczu Brand of fat	Cechy tekstury – Factors of texture					
	Twardość – Hardness		Elastyczność – Elasticity		Kohezynność – Cohesiveness	
	R*, N	N**	R*, mm	N**	R*, J	N*
E	11,76	10,99	29,30	8,86	0,0757	1,75
F	10,60	-1,58	28,54	10,77	0,0796	3,05
A	11,46	9,32	30,15	3,49	0,0806	3,39
B	14,43	17,36	28,35	10,70	0,0880	5,91
C	14,50	25,48	27,71	13,36	0,0925	7,46
D	15,93	20,27	25,86	25,55	0,0898	6,53

*R – wartość rzeczywista – actual value

**N – wartość unormowana – standardised value

Podobnie przeliczono wartości parametrów tekstury uzyskane w teście cięcia (tab. 4). Ranking jakości badanych ciast pod względem profilu cech tekstury TPA przedstawia rysunek 2. Najlepszą jakością cech tekstury TPA charakteryzowały się ciasta z 19 i 23% udziałem: masła – E i margaryn A i F oraz 15% udziałem margaryny A.



Rys. 2. Ranking jakości cech tekstury (TPA) ciast biszkoptowo-tłuszczowych

Fig. 2. Ranking of texture quality properties (TPA) for sponge-cake doughs

Preferencje konsumenckie zbadano, stosując metodę skali hedonicznej. Zastosowano skalę 9-stopniową, każdemu poziomowi jakości przyporządkowano określoną ilość punktów. Stwierdzono że najbardziej preferowanymi były ciasta z dodatkiem margaryny A oraz masła – E bez względu na ilość dodatku tłuszczowego.

Tabela 4. Wartości rzeczywiste i unormowane parametrów tekstury (test cięcia) ciast biszkoptowo-tłuszczowych

Table 4. Actual and standardised values of texture parameters (cutting test) for sponge-cake doughs

Rodzaj tłuszczu Brand of fat	Parametry tekstury – Parameters of texture			
	Maksymalna siła cięcia Max. shear force		Sumaryczna praca cięcia Complex shear energy	
	wartość rzeczywista, N real value, N	wartość unormowana standardised value	wartość rzeczywista, J real value, J	wartość unormowana standardised value.
	E	5,840	-1,186	0,188
F	5,152	-8,586	0,141	-5,920
A	5,358	-6,370	0,179	1,35
B	6,438	5,250	0,198	0,89
C	6,621	7,219	0,199	1,105
D	7,943	21,43	0,239	7,048

Korelacje. Stwierdzono, że masa objętościowa półproduktu istotnie wpływała na takie parametry tekstury, jak elastyczność, maksymalna siła cięcia, sumaryczna praca cięcia i ogólny unormowany wyróżnik tekstury testu cięcia ciast biszkoptowo-tłuszczowych (tab. 5).

Tabela 5. Współczynniki korelacji właściwości półproduktu z wyróżnikami jakości ciast biszkoptowo-tłuszczowych (n = 13)

Table 5. Correlation coefficients for semi-finished product properties with the quantity factors for sponge-cake doughs (n = 13)

Wyróżniki jakości ciast Quality factors of cakes	Właściwości półproduktu Properties of dough	
	masa objętościowa volume mass	lepkość dynamiczna absolute viscosity
Średnia z cech TPA – Average value from factors TPA	0,50	-0,21
Twardość – Hardness	0,47	-0,12
Łamliwość – Brittleness	0,35	-0,01
Elastyczność – Elasticity	-0,73**	0,63**
Kohezyjność – Cohesiveness	0,18	0,13
Średnia z cech (test cięcia) – Average value from shear test parameters	0,82***	-0,61*
Maksymalna siła cięcia – Maximum shear force	0,67**	-0,26
Sumaryczna praca cięcia – Complex shear energy	0,570*	-0,33
Jakość konsumencka – Consumer quality	-0,49	0,25
Objętość ciast – Volume of cakes	-0,84***	0,85***

Istotność: $p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Level of significance: $p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Zaobserwowano, że wzrost masy objętościowej półproduktu wpływał na obniżanie elastyczności ciasta ($r = -0,73$, $p < 0,01$) oraz na zwiększanie wartości parametrów w teście cięcia. Korelacje masy objętościowej z parametrami testu cięcia wynosiły:

z maksymalną siłą cięcia $r = 0,67$, z sumaryczną pracą cięcia $r = 0,57$, z ogólną unormowaną cechą tekstury z testu cięcia $r = 0,82$. Nie znaleziono istotnych korelacji masy objętościowej z twardością, łamliwością, kohezynnością upieczonego ciasta. Współczynnik korelacji masy objętościowej z ogólną unormowaną cechą tekstury TPA wynosił: $r = 0,50$ i był na pograniczu istotności ($p < 0,05$). Zaobserwowano również, że masa objętościowa była ujemnie skorelowana z objętością ciasta $r = -0,84$ ($p < 0,001$).

Stwierdzono, że wzrost lepkości dynamicznej półproduktu wpływał na zwiększenie elastyczności: $r = 0,63$ oraz na obniżanie unormowanego parametru z testu cięcia: $r = -0,61$ ($p < 0,01$) ciast biszkoptowo-tłuszczowych. Natomiast stwierdzono, że lepkość półproduktu miała bardzo istotny wpływ na objętość ciast ($r = 0,85$, $p < 0,001$). Nie zaobserwowano istotnych współzależności pomiędzy lepkością dynamiczną a wyróżnikiem jakości sensorycznej ciast biszkoptowo-tłuszczowych.

PODSUMOWANIE

W wyniku przeprowadzonych badań można stwierdzić, że właściwości reologiczne półproduktów kształtowały jakość wyrobów finalnych ciast biszkoptowo-tłuszczowych.

Masa objętościowa półproduktu ciasta biszkoptowo-tłuszczowego wpływała zarówno na teksturę, jak i na jakość sensoryczną wyrobu finalnego. Wyższe wartości masy objętościowej pogarszały jakość tekstury poprzez obniżanie elastyczności i zwiększanie wartości parametrów testu cięcia oraz obniżały jakość sensoryczną i objętość wyrobu finalnego ($p < 0,05$).

Lepkość dynamiczna półproduktu decydowała o elastyczności, ogólnym unormowanym wyróżniku z testu cięcia i objętości wyrobu finalnego.

PIŚMIENNICTWO

- Baird D. G., 1983. Food dough rheology. In physical of foods, M. Peleg and E. B Bagley eds. pp. 343–5 AVI, Westport, CT, USA.
- Baryłko-Pikielna N., 1975. Zarys Analizy Sensorycznej. WNT, Warszawa.
- Bloksma A. H., 1990. Dough structure, dough rheology and baking quality. Cereal Foods World, 35, 237–44.
- Bushuk W., 1985. Rheology: theory and applications to wheat flour dough. In Rheology of Wheat Products, H.Faridi, ed. pp. 1–26. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA.
- Faridi H., Faubion J. M., 1989: Dough rheology and baked product texture. AVI, New York, USA.
- Haber T., Lewczuk J., Wypych D., 1997. Ocena wpływu różnych tłuszczów na cechy ciasta i jakość wyrobów typu sękacz. Przegląd Piekarski i Cukierniczy.
- Manohar R. S., Rao P. H., 1999. Effect of emulsifiers, fat level and type on the rheological characteristic of biscuit dough and quality of biscuits. J. Sci. Food. Agric. V. 79, 1223–1231.
- Navickis L. L., Anderson R. A., Bagley E. B., 1982. Viscoelastic properties of wheat flour dough: variation of dynamic moduli with water and protein content. J. of Text. St., 13, 249–53.

- Rutkowska J., 2000: Rheological and chemical properties raw materials, dough rheology its relationship to quality baked products. Mat. Konf. „First European PhD Forum in Food Science”. Ghent Univeristy Belgium.
- Schofield R. K., Scott Blair G. W., 1932. The relationship between viscosity, elasticity and plastic strenght of soft materials as ilustrated by some mechanical properties of flour doghs. I, Proc. Royal Soc. (London), 87–94.
- Stupnicki R., 2000. Biometria krótki zarys. Wydawnictwo Margos, Warszawa.

RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SEMI-FINISHED CAKE PRODUCTS AND THEIR IMPACT ON THE QUALITY OF FINAL PRODUCT

Abstract. The study aimed at determining the effect of rheological properties of semi-finished product on the quality factors of the sponge-cake dough. Semi-finished sponge-cake dough products with different shortening share (15, 19, 23%) were used as experimental material. The semi-finished products were tested for their weight by volume and absolute viscosity. Instrumental texture analysis and sensory evaluation of the final product were also conducted. It was found that the weight by volume and absolute viscosity of semi-finished dough product affected both, the texture and sensory quality factors of final product.

Key words: sponge-cake dough, semi-finished product, absolute viscosity, texture, consumer's preferences

Jaroslawa Rutkowska, Andrzej Neryng, Katedra Techniki i Technologii Gastronomicznej, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159C, 02-776 Warszawa