

JAROSŁAWA RUTKOWSKA, ANDRZEJ NERYNG

DYNAMICZNE WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE WYBRANYCH MARGARYN PIEKARSKICH

Streszczenie

Głównym celem pracy było określenie wpływu zawartości substancji tłuszczowej, składu kwasów tłuszczowych i zawartości fazy stałej osnowy tłuszczowej na właściwości reologiczne margaryn piekarskich. Do badań zastosowano pięć różnych margaryn przeznaczonych do wypieku ciast oraz masło. W badanych tłuszczach oznaczono: SFC, zawartość substancji tłuszczowej, skład kwasów tłuszczowych oraz parametry reologiczne przy wykorzystaniu metody oscylacyjnej (lepkość, odkształcenie, moduły lepkości, sprężystości i moduł zespolony). Stwierdzono, że wartości modułu sprężystości przewyższały 2- a nawet 3-krotnie wartości modułu lepkości badanych tłuszczów. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że o dynamicznych właściwościach reologicznych margaryn piekarskich w największym stopniu decydowały: SFC w 20°C oraz skład kwasów tłuszczowych: suma PUFA oraz suma izomerów trans. Stwierdzono również, że zawartość substancji tłuszczowej w badanym zakresie: od 75 do 82,5% nie wpływała na kształtowanie właściwości reologicznych margaryn piekarskich i masła.

Słowa kluczowe: margaryny piekarskie, właściwości reologiczne, skład kwasów tłuszczowych, zawartość fazy stałej.

Wprowadzenie

Na strukturę margaryn i szorteningów składają się skupiska kryształów wypełniających ciekłą przestrzeń. Skupiska kryształów są łamliwe, delikatne i ściśliwe. Pomiędzy tymi margarynami jest względnie nieściśliwa i wykazuje niewielką podatność na złamanie i zwykle odkształca się łagodnie podobnie jak ciasto [2].

To zachowanie mogłoby w oczywisty sposób zaprzeczyć, że skupiska kryształów tłuszczu stałego są zawieszane w ciekłej fazie (oleju). Kryształy tłuszczu tworzą strukturę z bardzo drobnymi porami, co nie pozwala na szybkie osuszenie porów z fazy ciekłej. To relatywne unieruchomienie fazy ciekłej przedstawia margarynę jako fak-

tycznie nieściśliwą. Twardość, która jest wytrzymałością materiału na zmiany jego kształtu, w tłuszczach jest efektem sił tarcia pomiędzy kryształami. W tym przypadku wytrzymałość jest niezależna od stopnia i szybkości deformacji [2].

De Bruijne i Bot [2] stwierdzili, że szczególnym czynnikiem komplikującym opis, przedstawienie czy modelowanie właściwości reologicznych margaryny jest to, że podczas odkształcania następują ciągle i nieodwracalne zmiany mikrostruktury. Z tego powodu niewłaściwe jest bezpośrednie porównanie margaryny z materiałami, które mają stałą mikrostrukturę (elastyczną, lepka czy lepkosprężystą). Wobec tego zaleca się, aby takie materiały jak margaryna czy szortening traktować oddzielnie.

Faza tłuszczowa margaryny jest mieszaniną stałych kryształów tłuszczu i ciekłego oleju. Twardość czy granica plastyczności jest zazwyczaj wyznaczana przez oznaczanie zawartości fazy stałej (SFC). Haighton [4] stwierdził wysokie korelacje pomiędzy zawartością fazy stałej, a twardością w temperaturze 10°C-35°C w różnych margarynach. Odpowiednia plastyczność jest podstawową cechą jaką powinny odznaczać się margaryny i szorteningi piekarskie [1, 12]. Jako miara plastyczności podawany jest najczęściej udział fazy stałej.

W dużym przybliżeniu reologiczne zachowanie margaryny można porównać do ciał idealnie plastycznych. Odporność na deformację w ciałach idealnie plastycznych nie zależy od tempa i stopnia deformacji, a materiał posiada właściwości isotropowe. Granica plastyczności jest najważniejszym parametrem charakteryzującym właściwości reologiczne materiałów idealnie plastycznych [2].

Zdaniem De Bruijne i Bota [2] reologia margaryn i szorteningów różni się od ciał idealnie plastycznych w dwóch aspektach:

1. Margaryny i szorteningi posiadają niewielki zakres elastyczności, gdzie wraz ze wzrostem przyłożonej siły wzrasta odkształcenie.
2. Po przekroczeniu zakresu elastyczności wartości siły maleją. To zjawisko znane jest jako „zniszczenie struktury” (structural breakdown) czy „zmiękczenie” (work softening).

Wobec powyższego, właściwości reologiczne margaryn i szorteningów można uznać jako lepkosprężyste, posiadające punkt, w którym następuje „zniszczenie struktury”.

Właściwości reologiczne margaryn i szorteningów mogą być badane w dwojaki sposób; z jednej strony mogą być traktowane jako materiał plastyczny i charakteryzowane parametrami takimi jak naprężenie plastyczne (yield stress) i stopień plastyczności (degree of work softening). Te metody mają istotne znaczenie w zastosowaniach praktycznych np. w tworzeniu produktu. Z drugiej strony w badaniach nad właściwościami reologicznymi margaryn znalazły zastosowanie metody pomiarów dynamicznych [2].

Powszechnie stosowanym instrumentem do pomiaru twardości tłuszczów jest penetrometr stożkowy. Wg De Mana [3], metoda penetracyjna charakteryzuje się następującymi zaletami: stosunkowo niski koszt instrumentu pomiarowego, minimalne przygotowanie próbki oraz krótki czas pomiaru.

W pomiarach konsystencji margaryn zastosowanie znalazły również metody dynamicznych pomiarów z penetrometrem [1, 6] i wiskozymetrem [11]. Prowadzono również prace nad możliwościami zastosowania wiskozymetru stożek-płytką i wyznaczono statyczny i dynamiczny punkt plastyczności oraz lepkość plastyczną szorteningu jako funkcje magazynowania czasu i temperatury [1].

Zdaniem Haightona [4], w tłuszczach piekarskich i cukierniczych ważne jest przeprowadzenie pomiarów w różnych zakresach temperatur, aby wyznaczyć zakres plastyczności.

W chwili obecnej nie ma jednej obowiązującej metody pomiaru konsystencji margaryn oraz szorteningów i w praktyce mają zastosowanie takie instrumenty, jak: penetrometr ASTM oraz konsystometr Blooma [1].

W ostatnich pracach badawczych dotyczących właściwości reologicznych tłuszczów dostrzeżono możliwości zastosowania pomiarów dynamicznych. Zaletą tych pomiarów jest to, że struktura wewnętrzna próbki nie zostaje naruszona. Próbka zachowuje swoją strukturę „spoczynkową”. W chwili obecnej trwają prace nad możliwością wykorzystania tej metody w praktyce [2].

Cele pracy były następujące:

- określenie wpływu składu kwasów tłuszczowych, zawartości substancji tłuszczowej, zawartości fazy stałej osnowy tłuszczowej na właściwości reologiczne margaryn i masła,
- poszukiwanie korelacji pomiędzy chemicznymi a reologicznymi właściwościami tłuszczów (margaryn i masła) przeznaczonych do wypieku ciast.

Materiał i metody badań

Materiał doświadczalny stanowiło pięć margaryn przeznaczonych do wypieku ciast oraz masło Extra. Użyte margaryny oznaczono symbolami: A, B, C, D, F, natomiast masło oznaczono symbolem E.

W badanych tłuszczach oznaczano: zawartość substancji tłuszczowej, zawartość fazy stałej (SFC) w różnych zakresach temperatury i skład kwasów tłuszczowych. Zawartość substancji tłuszczowej oznaczano wg normy PN [7]. Pomiar zawartości fazy stałej (SFC) przeprowadzano metodą pulsacyjnego magnetycznego rezonansu jądrowego (PNMR). Zastosowano Minispec PC120. Oznaczenia przeprowadzano w temperaturze 20°C oraz 30°C zgodnie z normą PN – EN ISO [8].

Jakościową i ilościową analizę składu kwasów tłuszczowych wykonano metodą chromatografii gazowej zgodnie z normą PN – EN ISO [9]. Zastosowano chromato-

graf firmy Hewlett-Packard, wyposażony w dozownik typu split/splitless, połączony z urządzeniem do elektronicznej regulacji ciśnienia (EPC) oraz w detektor MSD, model HP 6890. Kolumna: długość 100 m, średnica wewnętrzna 0,25 mm, grubość filmu fazy ciekłej 0,20 mm. Jako gaz nośny stosowano hel. Wyniki oznaczeń były rejestrowane za pomocą komputerowego integratora firmy Hewlett-Packard. Jako wynik ilościowy przyjmowano średnią z trzech równoległych oznaczeń. Interpretację jakościową chromatogramu prowadzono porównując czas retencji poszczególnych estrów metylowych kwasów tłuszczowych badanej próbki z czasem retencji wzorcowych estrów metylowych firmy Sigma. Wyniki oznaczeń kwasów tłuszczowych badanych tłuszczów przedstawiono jako sumy: nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA), monoenowych kwasów tłuszczowych (MUFA), polienowych kwasów tłuszczowych (PUFA) oraz izomerów trans kwasów tłuszczowych.

Pomiary właściwości reologicznych tłuszczów prowadzono stosując oscylacyjną metodę pomiaru przy użyciu Rheotestu RT20 firmy Haake. Warunki pomiaru: sensor płytka-płytką (powierzchnie płytek niegładkie), średnica 20 mm, szczelina 3 mm, temperatura pomiaru 20°C, wielkość próbki 3 g, naprężenie sinusoidalnie zmienne 250 Pa, czas pomiaru 250 s.

W badaniach tych oznaczano takie parametry, jak: lepkość zespoloną, odkształcenie oraz parametry charakterystyczne dla pomiarów z naprężeniem sinusoidalnie zmiennym, czyli: moduł lepkości – G'' , moduł sprężystości – G' oraz moduł zespolony – G^* [10].

Do obliczeń i analizy statystycznej wyników wykorzystano program Statgraphics Plus 4.1.

Wyniki i dyskusja

Wyniki chemicznych oznaczeń tłuszczów zamieszczono w tab. 1.

Zawartość substancji tłuszczowej w badanych margarynach kształtowała się od 75,30% (margaryna F) do 80,60% (margaryny B i C). Zawartość substancji tłuszczowej w badanym maśle wynosiła 82,50%.

W temperaturze 20°C zawartość SFC w margarynach wynosiła od 12,20% (margaryna F) do 24,50% (margaryna D). Masło zawierało 17,02% SFC. W temperaturze 30°C zawartość SFC w margarynach kształtowała się od 4,65% (margaryna F) do 8,60% (margaryna B). Zawartość SFC w maśle w temperaturze 30°C wynosiła 7,11%. Tłuszcze E, F, A, C i D różniły się istotnie zawartością fazy stałej w temperaturze 20°C ($p < 0,05$). Zawartość SFC w tłuszczach B i C oraz C i D była podobna.

Skład kwasów tłuszczowych badanych tłuszczów wykazywał duże zróżnicowanie zawartości nasyconych i nienasyconych kwasów tłuszczowych ($p < 0,05$). Stwierdzono, że zawartość nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) w margarynach wahała się w zakresie od 16,69% (margaryna F) do 39,48% (margaryna A). Największą zawarto-

ścią nasyconych kwasów tłuszczowych charakteryzowało się masło i zawierało 60,83% SFA.

Tabela 1

Charakterystyka chemiczna margaryn i masła.
Chemical characteristic of margarines and butter.

Parametry jakości Quality parameters	Rodzaj badanego tłuszczu / Brands of fats					
	E (m)	F	A	B	C	D
Zaw. subst. tłuszcz. [%] Fatty matter content	82,50	75,30	76,20	80,60	79,40	80,60
Zawart. fazy stałej -SFC [%]; t = 20°C	17,02	12,20	19,90	24,40	24,30	24,50
Zawart. fazy stałej - SFC [%]; t = 30°C	7,11	4,65	8,30	8,60	8,20	7,80
Suma SFA Total SFA [%]	60,83	16,69	39,48	28,17	27,74	20,71
Suma MUFA Total MUFA [%]	28,40	65,12	42,60	48,65	50,74	56,91
Suma PUFA Total MUFA [%]	1,74	18,19	17,92	23,18	21,52	22,34
Suma izom. trans Isomers trans [%]	3,72	12,95	0,75	19,18	19,10	24,63

n = 3

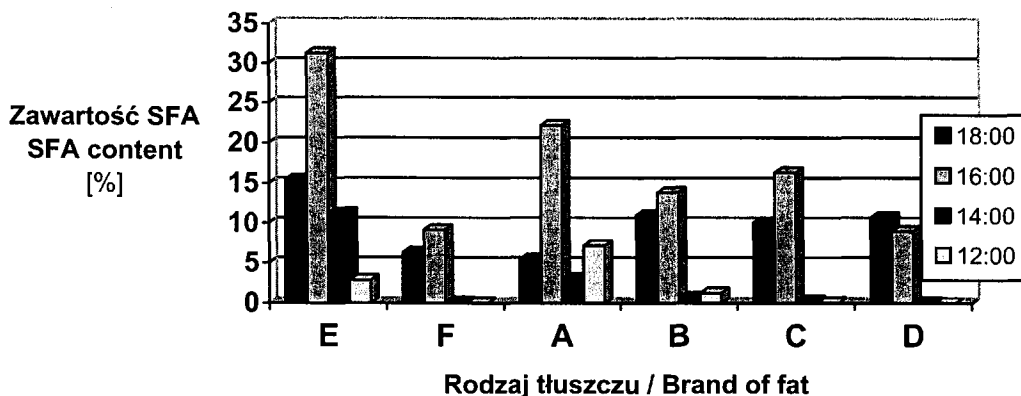
Zawartość monoenowych kwasów tłuszczowych (MUFA) w margarynach wynosiła od 42,60% (margaryna A) do 65,12% (margaryna F). Masło odznaczało się najniższą zawartością mnoenowych kwasów tłuszczowych, która wynosiła 28,40%.

Suma polienowych kwasów tłuszczowych (PUFA) w margarynach wahała się od 17,92% (margaryna A) do 23,18% (margaryna B). W maśle suma PUFA wynosiła 1,74%. Różnice te były znamienne we wszystkich tłuszczach ($p < 0,05$).

Suma izomerów trans kwasów tłuszczowych w margarynach wahała się od 0,75% (margaryna A) do 24,63% (margaryna D). Margaryny B i C nie różniły się istotnie pod względem sumy izomerów trans kwasów tłuszczowych. Pozostałe tłuszcze były zróżnicowane ($p < 0,05$).

Tłuszcze były również zróżnicowane zawartością poszczególnych nasyconych kwasów tłuszczowych (rys. 1). Wszystkie badane tłuszcze charakteryzowały się wysoką zawartością kwasu palmitynowego (margaryny zawierały go od 9,13% do 22,17%, a masło 31,30%). Zawartość kwasu stearynowego wahała się od 5,44% do 10,99% w margarynach i 15,42% w maśle. Oprócz masła tylko margaryna A zawierała więcej kwasu mirystynowego (3,04%). W pozostałych margarynach zawartość kwasu miry-

stynowego kształtowała się od 0,08% do 0,70%. Również margaryna A zawierała znacznie więcej kwasu laurynowego (7,15%) niż pozostałe margaryny.



Rys. 1. Zawartość wybranych kwasów tłuszczowych SFA.

Fig. 1. Content of some fatty acids (SFA).

Wyniki oznaczeń reologicznych tłuszczów przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Średnie wartości parametrów reologicznych tłuszczów zanotowane w początkowym punkcie pomiarowym.

Mean values of rheological parameters of fats at a starting-point of measurement.

Rodzaj tłuszczu Brands of fats	Parametry reologiczne Rheological parameters				
	Lepkość Viscosity [kPa·s]	Odkształc. Deformat. [-]	Mod. Sprężyst. Elasticity moduli G' [kPa]	Moduł lepkości Viscosity moduli G'' [kPa]	Moduł zespol. Complex moduli G* [kPa]
E (m)	16,00	0,0024	95,00	45,00	110,00
F	23,00	0,0019	125,00	55,00	150,00
A	30,00	0,0014	180,00	70,30	220,00
B	83,00	0,0005	501,67	175,00	540,00
C	85,00	0,00045	531,67	190,00	750,00
D	98,00	0,00035	565,00	220,00	850,00

n = 3

Lepkość zespolona η^* tłuszczów wykazywała duże zróżnicowanie. Lepkość jest parametrem dynamicznym i charakteryzuje się zmiennością w czasie pomiaru. Lep-

kość zespolona początkowa (5s pomiaru) wahała się od 23 (margaryna F) do 98 kPa·s (margaryna D). Lepkość zespolona masła była niższa i wynosiła 16 kPa·s. W przypadku pomiaru lepkości margaryn B, C i D, wartości te wzrastały do 105, 110 i 130 kPa·s. Tak dużego wzrostu lepkości w trakcie pomiaru nie zaobserwowano w margarynach A i F. Wartości te wzrosły odpowiednio do 41 i 28 kPa·s. Krzywa lepkości masła nie miała charakteru wzrostowego. Stwierdzono, że różnice w lepkości zespolonej między tłuszczami były istotne ($p < 0,05$).

Odwrotnie od lepkości zespolonej kształtowały się wartości odkształcenia. Wartości odkształcenia γ margaryn na początku pomiaru wynosiły od 0,00035 (margaryna D) do 0,0020 (margaryna F). W przypadku masła (E) była to wartość największa i wynosiła 0,0025. Krzywe odkształcenia miały charakter malejący. W margarynach wartości te malały od 0,0003 (margaryna D) do 0,0014 (margaryna F) w 250. sekundzie pomiaru. Różnice w wartościach odkształcenia pomiędzy tłuszczami były istotne ($p < 0,05$).

Parametry charakteryzujące właściwości lepkosprężyste tłuszczów były zróżnicowane. Wartość modułu sprężystości (lub magazynowania) G' margaryn na początku pomiaru (5s) wahała się od 125 do 565 kPa. Masło charakteryzowało się niższymi wartościami (95 kPa) modułu sprężystości G' . Krzywe modułu sprężystości margaryn B, C i D miały silną tendencję wzrostową i w 250 sekundzie pomiaru osiągnęły wartości 680, 730, i 880 kPa. Margaryny A i F charakteryzowały się niewielkim wzrostem modułu sprężystości i w 250. sekundzie pomiaru osiągnęły wartości 250 oraz 170 kPa. W czasie pomiaru oscylacyjnego próbki masła nie zaobserwowano zmian w wartościach modułu sprężystości G' .

Wartość modułu lepkości (lub straty) G'' margaryn na początku pomiaru wynosiła od 55 kPa (margaryna F) do 220 kPa (margaryna D). Wartość początkowa G'' masła wynosiła 45 kPa. Krzywe zmienności modułu lepkości G'' wszystkich margaryn i masła miały charakter malejący.

Tłuszcze były również bardzo zróżnicowane pod względem modułu zespolonego G^* . Wartość tego modułu kształtowała się od 150 kPa (margaryna F) do 850 kPa (margaryna D). Wartość modułu zespolonego masła była niższa i wynosiła 110 kPa.

Stwierdzono, że wszystkie badane tłuszcze były zróżnicowane ($p < 0,05$) pod względem parametrów reologicznych.

W celu przeanalizowania wpływu właściwości chemicznych na kształtowanie się parametrów reologicznych tłuszczów obliczano współczynniki korelacji. Wymienione współczynniki korelacji przedstawiono w tab. 3.

Stwierdzono że zawartość fazy stałej w temperaturze 20°C istotnie wpływała na kształtowanie się parametrów reologicznych tłuszczów. Dodatkowo korelacje znaleziono pomiędzy SFC a: lepkością zespoloną η^* : $r = 0,881$, modułem sprężystości G' : $r = 0,894$, modułem lepkości G'' : $r = 0,878$ oraz modułem zespolonym G^* : $r = 0,855$ ($p <$

0,01). Natomiast ujemną korelację znaleziono pomiędzy SFC a odkształceniem γ : $r = -0,877$ ($p < 0,01$). Te wysokie korelacje znajdują swoje uzasadnienie w literaturze odnośnie roli SFC w kształtowaniu właściwości funkcjonalnych tłuszczów piekarskich. Wielu autorów przytacza, że podstawową cechą margaryn i szorteningów piekarskich jest plastyczność, której miarą jest udział fazy stałej [1, 12]. Dobrą plastyczność tłuszczu zapewnia zakres 5–40% [5, 12] czy 5–35% [1] fazy stałej. W niniejszej pracy stwierdzono również, że zawartość fazy stałej w temperaturze 30°C miała znacznie mniejszy wpływ na parametry reologiczne tłuszczów.

Tabela 3

Współczynniki korelacji między chemicznymi a reologicznymi parametrami tłuszczów.
Correlation coefficients for chemicals attributes and rheological parameters of fats.

Parametry chemiczne tłuszczów Chemical parameters of fats	Wyróżniki reologiczne tłuszczów Rheological factors of fats				
	Lepkość Viscosity η^*	Odształcenie Deformation γ	Moduł lepkości Viscosity moduli G'	Moduł sprężyst. Elasticity moduli G''	Moduł zespolony Complex moduli G^*
Zaw. subst. tł. Fatty matter content	0,346	-0,142	0,351	0,360	0,332
SFC 20 °C	0,881**	-0,877**	0,894**	0,878**	0,855**
SFC 30 °C	0,566	-0,611	0,592	0,558	0,527
SFA	-0,527	0,591	-0,504	-0,514	-0,508
MUFA	0,361	-0,415	0,334	0,353	0,360
PUFA	0,730	-0,850*	0,724	0,707	0,680
Izomery trans Trans isomers	0,882**	-0,792*	0,865**	0,881**	0,863**

$n = 4$; *, $p < 0,05$ **, $p < 0,01$.

W badanym zakresie zawartości tłuszczu (75–82,5% substancji tłuszczowej) nie stwierdzono istotnych korelacji pomiędzy parametrami reologicznymi a zawartością substancji tłuszczowej.

Na kształtowanie parametrów reologicznych nie miała wpływu suma monoenoowych kwasów tłuszczowych (MUFA) w fazie tłuszczowej margaryn i masła. Współczynniki korelacji MUFA z parametrami reologicznymi były niskie ($r = 0,361$). Współczynniki korelacji SFA z parametrami reologicznymi były nieco wyższe, szczególnie z odkształceniem $r = 0,591$, ale nie był to poziom istotny. Natomiast stwierdzono istotny wpływ sumy polienowych kwasów tłuszczowych (PUFA) w fazie tłuszczowej margaryn i masła na parametr odkształcenia $r = -0,850$ ($p < 0,05$) oraz na takie parametry jak lepkość zespolona $\eta^* r = 0,730$, moduł sprężystości $G' r = 0,724$, moduł lepkości $G'' r = 0,707$ (na pograniczu istotności $p < 0,05$).

W prezentowanej pracy stwierdzono, że o właściwościach reologicznych tłuszczów decydowała przede wszystkim zawartość kwasów tłuszczowych form trans w osnowie tłuszczowej margaryn i masła. Współczynniki korelacji pomiędzy sumą izomerów trans były wysokie. Zaobserwowano, że wyższe zawartości izomerów trans w fazie tłuszczowej badanych tłuszczów istotnie zwiększały wartość lepkości zespolonej oraz parametrów charakteryzujących właściwości lepkością (G', G'' oraz G*), natomiast obniżały wartości parametru odkształcenia.

Wnioski

1. Zawartość fazy stałej (SFC) na poziomie 19,90% do 24,50% w temperaturze 20°C jest głównym czynnikiem decydującym o właściwościach reologicznych margaryn piekarskich i masła. Współczynniki korelacji SFC z oznaczanymi parametrami reologicznymi były istotne ($p < 0,01$).
2. Współczynniki korelacji SFC w temperaturze 30°C z parametrami reologicznymi były nieistotne.
3. Zawartość substancji tłuszczowej w badanym zakresie: od 75 do 82,5% nie wpływała na kształtowanie właściwości reologicznych margaryn piekarskich i masła.
4. Suma polienowych kwasów tłuszczowych (PUFA) w największym stopniu wpływała na parametr odkształcenia badanych tłuszczów – $r = -0,850$ ($p < 0,05$).
5. Współczynniki korelacji parametrów reologicznych z MUFA i SFA były nieistotne.
6. Zaobserwowano bardzo istotny wpływ izomerów trans kwasów tłuszczowych na wszystkie oznaczane parametry reologiczne tłuszczów ($p < 0,01$).
7. Wartości modułu sprężystości przewyższają 2- a nawet 3-krotnie wartości modułu lepkości badanych tłuszczów.

Literatura

- [1] Chrysam M.M.: Table spreads and Shortenings. Baileys Industrial Oil and Fats Products Chap. 2 IV Ed. Wiley J., 1985, p. 86-111.
- [2] De Bruijne D.W., Bot A.: Fabricated fat-based foods. Chapt. 7 in Food Texture Measurement and Perception. Rosenthal J.A., Aspen Publishers 1999.
- [3] De Man J.M.: Texture measurement of margarines. J. Am. Oil Chemists' Soc., 1983, **60**, 6-11.
- [4] Haighton A.J.: Blending, chilling and tempering of margarines and shortenings. J. Amer. Oil Chemists Soc., 1976, **53**, 397 – 399.
- [5] Heertje I.: Microstructural studies in fat research. Food Struct. 1993, **12**, 77.
- [6] Kamel B.S., de Man J.M.: Methods for dynamic study on fat foodstuffs. Can. Inst. Food Sci. Techn., 1975, **8**, 117 –121.
- [7] PN-A-86933: Określenie zawartości substancji tłuszczowej w margarynie.
- [8] PN – EN ISO 8292: Oznaczanie zawartości fazy stałej. Metoda pulsacyjnego magnetycznego rezonansu jądrowego.

- [9] PN – EN ISO 5508: Analiza estrów metylowych kwasów tłuszczowych metodą chromatografii gazowej.
- [10] Schramm G., Haake G.H.: Reologia podstawy i zastosowania. Ośrodek Wyd. Nauk. PAN, Poznań 1998.
- [11] Shama F., Sherman P: Identification stimuli controlling the sensory evaluation of viscosity : I Non oral methods. J. Text. Stud. 1973, 4, 102-110.
- [12] Wasyluk K., Krygier K: Współczesne margaryny i szorteningi piekarskie i cukiernicze. Przegl. Piek. i Cuk., 1995, 5, 12-13.
- [13] Zalewski S: Tłuszcze w technologii gastronomicznej W: Podstawy technologii gastronomicznej. Rozdział 20, WNT, Warszawa 1998, s. 376-395.

DYNAMIC RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SOME BAKERY MARGARINES

S u m m a r y

The main objective of this work was to assess the influence exerted by the content of the fatty matter, fatty acids and solid fat phase of the fat base on the rheological properties of bakery margarines. Five different margarine types usually used in baking processes, and a butter were investigated. The investigations included the determination of the following fat parameters: SFC, fatty substance content, fatty acids content, and dynamic rheological parameters (viscosity, deformation, elasticity modulus, viscosity modulus, and complex modulus). An oscillatory method was applied to perform measurements. It was stated that the values of elasticity moduli obtained for fats investigated exceeded twice or even three times the respective values of their viscosity moduli. The results achieved confirmed the strongest influence exerted by the following parameters on the rheological properties of the bakery margarines: SFC at 20°C and the fatty acids content: total PUFA and total trans isomers. Furthermore, it was determined that the fatty matter content ranging from 75% to 82.5% (the range under investigations) had no effect on the rheological characteristics of fats.

Key words: bakery margarines, rheological properties, fatty acids content, solid fat content. ☒