

BARBARA NOSZKA, STANISŁAW PTASZNIK

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH GRUP MARGARYN POD WZGLĘDEM ZAWARTOŚCI FAZY STAŁEJ

Streszczenie

Celem pracy była charakterystyka wybranych margaryn w aspekcie określenia ich cech użytkowych na podstawie zawartość fazy stałej – SFC (ang. *Solid Fat Content*). Badania przeprowadzono na trzech grupach wybranych produktów obejmujących margaryny: miękkie do smarowania, kostkowe (kulinarne) oraz puff pastry. W celu pełniejszej charakterystyki badanych margaryn oznaczono również temperaturę topnienia oraz zawartość substancji tłuszczowej. W każdej grupie margaryn przeanalizowano po sześć różnych produktów. Zawartość fazy stałej oznaczono za pomocą magnetycznego rezonansu jądrowego NMR (ang. *Nuclear Magnetic Resonance*). Temperaturę topnienia oznaczono według normy PN-EN ISO 6321. Zawartość substancji tłuszczowej określono zgodnie z normą PN-A-86933. Wykazano istotne różnicowanie zawartości fazy stałej pomiędzy badanymi grupami margaryn. Wśród margaryn miękkich wszystkie badane próbki charakteryzowały się zawartością fazy stałej poniżej 20 % w temp. 10 °C, co wskazuje na ich bardzo dobrą smarowność bezpośrednio po wyjęciu z chłodziarki. W grupie margaryn kostkowych wyniki zawartości fazy stałej potwierdzają ich przydatność zarówno do celów kulinarnych, jak i do smarowania pieczywa pod warunkiem osiągnięcia temperatury pokojowej (ok. 20 °C). Margaryny puff pastry charakteryzowały się dużą zawartością fazy stałej, co determinuje ich zastosowanie do ciast francuskich. Oznaczenia wyżej wymienionych parametrów w margarynach charakteryzują przemiany fazy stałej w funkcji temperatury, co umożliwia wskazanie kierunków ich zastosowania.

Słowa kluczowe: margaryna, tłuszcz do smarowania, zawartość fazy stałej, temperatura topnienia, substancja tłuszczowa, emulsja

Wprowadzenie

Margaryny oraz tłuszcze do smarowania wytwarzane są jako emulsja typu woda – olej (w/o). Emulsja złożona jest z dwóch niemieszających się cieczy, czyli oleju i wody, przy czym jedna z nich jest rozproszona w drugiej. W przypadku emulsji typu w/o fazę rozproszoną stanowi woda, natomiast rozpraszającą – olej [12].

Mgr inż. B. Noszka, Zakłady Tłuszczowe Bielsmar Sp. z o.o., ul. Sempołowskiej 63, 43-300 Bielsko-Biała,
dr hab. inż. S. Ptasznik, prof. IBPRS, Zakład Technologii Mięsa i Tłuszczu, Instytut Biotechnologii
Przemysłu Rolno-Spożywczego im. W. Dąbrowskiego – PIB, ul. Jubilerska 4, 04-190 Warszawa.
Kontakt: stanislaw.ptasznik@ibprs.pl

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. [20] margaryny oraz tłuszcze do smarowania to produkty w formie stałej, miękkiej emulsji, zasadniczo typu woda w oleju, pozyskiwane ze stałych lub płynnych tłuszczów roślinnych lub zwierzęcych nadających się do spożycia przez ludzi, o zawartości tłuszczu mlecznego nie większej niż 3 % ogólnej zawartości tłuszczu. Rozporządzenie to klasyfikuje produkty będące emulsją typu w/o w zależności od zawartości tłuszczu ogółem.

Margaryny i tłuszcze do smarowania X % można również podzielić na kategorie w zależności od ich twardości oraz temperatury topnienia zawartych w nich tłuszczów. Wyróżnia się twarde i średnio plastyczne margaryny i tłuszcze do pieczenia, zwane produktami piekarniczymi oraz produkty średnio plastyczne i miękkie do smarowania, zwane margarynami i tłuszczami stołowymi [14, 15].

Margaryny i tłuszcze piekarskie przeznaczone są głównie do wypieków ciast oraz produkcji kremów i nadzienia cukierniczego. Wyróżnia się produkty puff pastry wykorzystywane do wytwarzania ciast typu francuskiego i półfrancuskiego. Kolejną grupę stanowią margaryny i tłuszcze kostkowe o zastosowaniu uniwersalnym, przydatne zarówno do wypieków, smażenia, jak i wytwarzania stabilnych kremów cukierniczych [14, 15, 28].

Margaryny i tłuszcze stołowe mogą występować zarówno w formie miękkiej, najczęściej pakowane w kubki z tworzyw sztucznych, jak i w postaci twardszej, formowane w kostki i pakowane w laminat foliowy. Wspólną cechą margaryn stołowych jest odpowiednio miękka, smarowna konsystencja [14, 15, 28]. Przy wyborze tłuszczów stałych do produkcji margaryn ważne jest, aby po połączeniu w odpowiedniej proporcji z olejem ciekłym punkt topnienia produktu oraz zawartość fazy stałej były właściwe do pożądanego rodzaju margaryny.

W przypadku margaryn twardych puff pastry, przeznaczonych do wypieku ciast francuskich, osnowę tłuszczową wytwarza się z udziałem tłuszczów stałych o wysokim punkcie topnienia ($42 \div 51$ °C) z mniejszym udziałem olejów ciekłych. Przeciętna zawartość tłuszczów stałych w osnowach tłuszczowych produktów puff pastry zawiera się w przedziale $75 \div 90$ %, natomiast oleje ciekłe stanowią $10 \div 25$ %. Najczęściej stosowane tłuszcze stałe to stearyna palmowa, olej palmowy oraz tłuszcze przeestryfikowane na bazie oleju palmowego i jego pochodnych, o punkcie topnienia powyżej 42 °C [5, 26]. Margaryny i tłuszcze kostkowe (kulinarne) zawierają w składzie tłuszcz stały o punkcie topnienia ok. $32 \div 38$ °C. Przeciętna zawartość tłuszczu stałego hardstocku w osnowie mieści się w przedziale $50 \div 70$ %, oleje ciekłe stanowią $50 \div 30$ %. Stosowane tłuszcze stałe to zazwyczaj tłuszcze przeestryfikowane na bazie oleju palmowego, rzadziej kokosowego. Margaryny stołowe do smarowania zawierają tłuszcze stałe o punkcie topnienia podobnym do margaryn kostkowych (kulinarnych) oraz duży udział olejów ciekłych. Średnia zawartość tłuszczów stałych w osnowie mieści się

w przedziale 25 ÷ 35 %, a olejów ciekłych – 65 ÷ 75 %. Stosowane tłuszcze stałe to produkty przeestryfikowane z wykorzystaniem oleju palmowego, rzadziej kokosowego [10].

Ze względu na wprowadzanie ograniczeń prawnych związanych z ilością izomerów *trans* występujących w produkcie, praktycznie wyeliminowano możliwość stosowania olejów częściowo uwodornionych do produkcji margaryn. W UE poziom izomerów *trans* w środkach spożywczych reguluje Rozporządzenie Komisji (UE) 2019/649 z dnia 24 kwietnia 2019 r. [21] ustanawiające maksymalny poziom izomerów *trans*. Rozporządzenie obowiązuje od 1 kwietnia 2021 r. Wprowadza ono ograniczenie do maksimum 2 g izomerów *trans* na 100 g tłuszczu w żywności przeznaczony dla konsumentów finalnych. Należy zwrócić uwagę, że dominującym tłuszczem stałym, tworzącym sieć krystaliczną, stosowanym do produkcji każdej kategorii współczesnych osnów margarynowych stał się olej palmowy pozyskiwany zarówno z miąższu, jak i ziaren palmy oleistej. Powszechność stosowania oleju palmowego wynika przede wszystkim z jego łatwości tworzenia odpowiedniej struktury produktu, dużej stabilności oksydacyjnej, stosunkowo niskich kosztów pozyskiwania, a także możliwości frakcjonowania pozwalającej na uzyskiwanie surowców o zróżnicowanym poziomie liczby jodowej [2, 16]. Olej palmowy, jak również pozyskiwane frakcje, często poddawane są procesowi przeestryfikowania zmieniającemu ich parametry fizykochemiczne. Olej palmowy oraz jego pochodne stanowią obecnie główne źródło nasyconych kwasów tłuszczowych wchodzących w skład margaryn. Przyczynia się to do zwiększenia spożycia kwasu palmitynowego C16:0 oraz w produktach zawierających olej z ziaren palmy – kwasu laurynowego C12:0. Obydwa wymienione kwasy tłuszczowe zaliczane są do SFA (ang. *Saturated Fatty Acids*) wywierających szczególnie negatywny wpływ na rozwój chorób układu krążenia, przede wszystkim miażdżycy [3, 7].

Zastosowany w osnowie margarynowej tłuszcz stały pozwala na wytworzenie odpowiedniej sieci krystalicznej niezbędnej do utrzymania olejów ciekłych oraz fazy wodnej. W zależności od zastosowanej ilości determinuje on rodzaj produktu oraz w znaczny sposób wpływa na wartość żywieniową margaryn [8, 9].

Zawartość tłuszczu ogółem, jak i temperatura topnienia są to parametry definiujące rodzaj margaryny. Nie są one jednak wystarczające do określenia przeznaczenia i kategorii produktu. Najważniejszym parametrem charakteryzującym margaryny i tłuszcze do smarowania jest zawartość fazy stałej SFC (ang. *Solid Fat Content*) w poszczególnych wartościach temperatury. SFC definiowana jest jako procent masowy tłuszczu w stanie stałym w określonej temperaturze [17, 28].

Zawartość fazy stałej jest istotnym wskaźnikiem przydatności tłuszczów do wytwarzania margaryn. Określa ona stosunek masy kryształów stałych tłuszczów do całkowitej zawartości fazy tłuszczowej w danej temperaturze. Jest więc jednym z czynni-

ków decydujących o teksturze i plastyczności wyrobu gotowego. Parametr ten umożliwia określenie rodzaju margaryny oraz kierunku jej zastosowania [23, 29].

Parametr SFC oznaczany jest metodą pulsacyjnego magnetycznego rezonansu jądrowego – NMR. Zawartość fazy stałej w osnowie tłuszczowej jest istotnym parametrem mającym wpływ na wiele wyróżników jakościowych margaryny, takich jak smarowność produktu, rozplýwalność czy stabilność oksydacyjna [1, 25, 28].

Celem pracy była charakterystyka wybranych margaryn na podstawie takich parametrów, jak: zawartość fazy stałej, temperatura topnienia, zawartość tłuszczu ogółem w aspekcie określenia ich cech użytkowych.

Material i metody badań

Badaniom poddano margaryny z trzech kategorii: stołowe (miękkie) do smarowania, kostkowe (piekarnicze i kulinarne) oraz piekarnicze typu puff pastry. Były to produkty dostępne na polskim rynku detalicznym oraz w handlu hurtowym. Z każdej kategorii przeanalizowano po sześć margaryn. Skład osnowy tłuszczowej podano zgodnie z informacjami zamieszczonymi na opakowaniu.

Próbki oznaczono symbolami:

– margaryny miękkie do smarowania pieczywa:

MS 1 – margaryna o zawartości 60 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy i słonecznikowy;

MS 2 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – olej palmowy, tłuszcz palmowy całkowicie uwodorniony oraz oleje rzepakowy i słonecznikowy;

MS 3 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy i słonecznikowy;

MS 4 – margaryna o zawartości 40 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy i słonecznikowy;

MS 5 – margaryna o zawartości 39 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy i słonecznikowy;

MS 6 – margaryna o zawartości 60 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy i słonecznikowy;

– margaryny kostkowe piekarnicze oraz kulinarne:

MK 1 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy i słonecznikowy;

MK2 – tłuszcz do smarowania o zawartości 70 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy, słonecznikowy;

MK3 – tłuszcz do smarowania o zawartości 70 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy, kokosowy;

- MK 4 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy i słonecznikowy;
- MK5 – tłuszcz do smarowania o zawartości 73 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy, słonecznikowy;
- MK6 – tłuszcz do smarowania o zawartości 72 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy, słonecznikowy;
- margaryny typu puff pastry:
- MP 1 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy, kokosowy oraz skoncentrowane masło;
- MP 2 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy i rzepakowy, stearyna palmowa i częściowo utwardzony tłuszcz palmowy;
- MP 3 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy i rzepakowy oraz stearyna palmowa;
- MP 4 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy i rzepakowy;
- MP 5 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – olej palmowy, tłuszcz palmowy częściowo utwardzony oraz oleje sojowy, słonecznikowy, rzepakowy i kukurydziany;
- MP 6 – margaryna o zawartości 80 % tłuszczu. Skład osnowy tłuszczowej – oleje palmowy, rzepakowy i częściowo utwardzony palmowy.

W margarynach oznaczano zawartość fazy stałej i substancji tłuszczowej oraz temperaturę topnienia. Zawartość substancji tłuszczowej oznaczano zgodnie z PN-A-86933:1995 [19]. Metoda polega na pośrednim określeniu zawartości substancji tłuszczowej w margarynie poprzez oznaczenie zawartości wody jako ubytku masy próbki po odparowaniu. Podany wyniki stanowi średnią z 4 pomiarów.

Temperaturę topnienia oznaczano metodą kapilary otwartej według PN-EN ISO 6321:2004 [18]. Jako temperaturę topnienia przyjmuje się temperaturę, w której następuje płynięcie tłuszczu w kapilarze. Wyniki stanowią średnią z 2 pomiarów.

Pomiar zawartości fazy stałej prowadzono metodą magnetycznego rezonansu jądrowego według PN-EN ISO 8292-1:2010 [17] przy użyciu aparatu „MNISPEC PLUS” (Bruker, USA). Badany materiał pozyskiwano przez wydzielenie substancji tłuszczowej z margaryny według normy PN-A-86933:1995 [19]. Zgodnie z procedurą badawczą tłuszcz ogrzewano w temp. 60 °C w ciągu 5 min, a następnie termostatowano w temp. 0 °C w ciągu 1 h. Badane próbki termostatowano w ciągu 30 min w każdej temperaturze pomiarowej, po czym prowadzono pomiary zawartości fazy stałej. Wyniki odczytywano w temp. [°C]: 10, 20, 25, 30, 35 i 40. Wyniki stanowią średnią z 2 pomiarów.

Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji (ANOVA). Istotność różnic między wartościami średnimi weryfikowano testem Tukeya ($p \leq 0,05$). Analizy statystyczne wykonano w programie Statistica 13.1.

Wyniki i dyskusja

W grupie margaryn stołowych (miękkich) zawartość tłuszczu ogółem wykazywała największe zróżnicowanie od 39,4 % (MS 5) do 80,2 % (MS 2 i MS 3). W tej kategorii margaryn wyróżniono trzy grupy produktów o zbliżonej zawartości tłuszczu, do których należały próbki: MS 4 i MS 5 (średnio 39,8 %), MS 1 i MS 6 (średnio 60,3 %) oraz MS 2 i MS 3 (średnio 80,2 %) – tab. 1. Produkty kostkowe (kulinarne) charakteryzowało zdecydowanie mniejsze zróżnicowanie pod względem zawartości tłuszczu. Najmniej tłuszczu zawierały próbki MK 2 (70,1 %) i MK 3 (70,2 %), a najwięcej – MK1 (80,1 %) i MK 4 (80,2 %). Wszystkie margaryny typu puff pastry zawierały średnio 80,2 % tłuszczu ogółem (tab. 1).

Tabela 1. Zawartość substancji tłuszczowej oraz temperatura topnienia badanych margaryn

Table 1. Fatty substance content and melting point of margarines analysed

Wyszczególnienie Item	Próbki MS / Samples of MS						$\bar{X} \pm SD$
	MS 1	MS 2	MS 3	MS 4	MS 5	MS 6	
Zawartość substancji tłuszczowej Fatty substance content [%]	60,1	80,2	80,1	40,1	39,4	60,5	MS 4, MS 5 39,8 ± 0,4 MS 1, MS 6 60,3 ± 0,2 MS 2, MS 3 80,2 ± 0,1
Temperatura topnienia Melting point [°C]	29,8 ^b	29,9 ^b	28,8 ^a	29,5 ^b	28,5 ^a	28,9 ^a	29,2 ± 0,5
Wyszczególnienie Item	Próbki MK / Samples of MK						$\bar{X} \pm SD$
	MK 1	MK 2	MK 3	MK 4	MK 5	MK 6	
Zawartość substancji tłuszczowej / Fatty substance content [%]	80,1 ^a	70,1 ^c	70,2 ^c	80,2 ^a	73,1 ^b	72,3 ^b	74,3 ± 4,2
Temperatura topnienia Melting point [°C]	31,0 ^b	31,1 ^b	36,0 ^d	30,1 ^a	33,8 ^c	34,5 ^c	32,6 ± 2,3
Wyszczególnienie Item	Próbki MP / Samples of MP						$\bar{X} \pm SD$
	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	
Zawartość substancji tłuszczowej / Fatty substance content [%]	80,1	80,2	80,1	80,1	80,2	80,3	80,2 ± 0,1
Temperatura topnienia Melting point [°C]	43,1 ^b	41,9 ^a	42,7 ^{ab}	43,5 ^b	41,7 ^a	44,8 ^c	43,0 ± 1,0

Objaśnienia / Explanatory notes:

MS – margaryna do smarowania pieczywa (miękka) / margarine for spreading on bread (soft); MK – margaryna kostkowa (kulinarna) / cubed (culinary) margarine; MP – margaryna puff pastry / puff pastry

margarine; \bar{X} – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; n = 6; a, b, ... – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie ($p \leq 0,05$) / mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly ($p \leq 0.05$).

Zróżnicowanie zawartości tłuszczu w poszczególnych grupach margaryn wynika z ich przeznaczenia. Zarówno margaryny kulinarne, jak i puff pastry są używane jako surowce w piekarnictwie oraz w innych zastosowaniach kulinarnych, dlatego ogólna zawartość tłuszczu w tych produktach jest zdecydowanie mniej zróżnicowana i większa w porównaniu z margarynami miękkimi do smarowania. Tłuszcze spełniają bowiem wiele funkcji technologicznych wpływających na jakość produktów. Nadają kruchość i odpowiednią rozpylność w przypadku ciast kruchych, wpływają na proces wytwarzania ciasta oraz listkowanie w czasie pieczenia ciast francuskich [11]. Zgodnie z obserwacjami Rutkowskiej i Żbikowskiej [22] duża zawartość substancji tłuszczowej wpływa korzystnie na porowatość miękiszu ciast biszkoptowych. Znaczne zróżnicowanie zawartości tłuszczu w margarynach do smarowania jest wynikiem ich dostosowywania do ogólnych tendencji zmniejszania ilości tłuszczu w produktach [6].

Wyniki dotyczące temperatury topnienia badanych margaryn przedstawiono w tab. 1. Odnotowano różnice pomiędzy badanymi grupami margaryn pod względem temperatury topnienia. Najniższy punkt topnienia charakteryzował grupę margaryn miękkich do smarowania pieczywa. Kształtował się on w przedziale $28,5 \div 29,9$ °C (tab. 1). W grupie tej wykazano również najmniejsze zróżnicowanie punktu topnienia pomiędzy badanymi próbami. W przypadku margaryn kostkowych (kulinarnych) charakteryzowały się one punktem topnienia z przedziału $30,1 \div 36,0$ °C (tab. 1), czyli wyższym w porównaniu z grupą MS. Grupa ta przedstawiała również najwyższe zróżnicowanie w badanym zakresie. Wyższy punkt topnienia margaryn kostkowych (kulinarnych) wynika z zastosowania większego udziału tłuszczów stałych w stosunku do olejów ciekłych, gdyż jest to niezbędne do utrzymania kształtu margaryn w trakcie przechowywania [4, 11], jak również z ich przeznaczenia konsumenckiego.

Zarówno margaryny miękkie do smarowania, jak i kostkowe charakteryzowały się punktem topnienia poniżej 37 °C. Jest to cecha pożądana, ponieważ gwarantuje całkowite rozpuszczenie produktu w trakcie spożywania bez pozostawiania woskowego posmaku w ustach. Dotyczy to zarówno konsumpcji bezpośredniej, jak i produktów wykonanych z udziałem margaryn kostkowych, np. kremów cukierniczych do ciast [4, 14].

W grupie margaryn typu puff pastry, pomimo zróżnicowanego składu osnowy poszczególnych próbek, temperatura topnienia kształtowała się na zbliżonym poziomie w przedziale $41,7 \div 44,8$ °C (tab. 1). Wysoki punkt topnienia w tej grupie produktów jest niezbędny do utrzymania odpowiednio dużej twardości margaryn. Jest ona potrzebna w celu zapobieżenia zbyt szybkiemu łączeniu margaryny z pozostałymi składnikami w trakcie powstawania ciasta francuskiego [11, 26].

Udział fazy stałej w badanych wartościach temperatury był najmniejszy w grupie margaryn do smarowania w porównaniu z pozostałymi grupami produktów (tab. 2). Margaryny do smarowania są bardzo miękkie, w temp. 10 °C zawierają mniej niż 20 % fazy stałej. Udział fazy stałej na tym poziomie jest wystarczający, aby w temperaturze chłodniczej zapewnić stałą, stabilną konsystencję produktu umożliwiającą jego smarowność. Zawartość fazy stałej na poziomie 15 % w przedziale temp. 15 ÷ 20 °C zapewnia smarowną konsystencję margaryny bezpośrednio po wyjęciu z lodówki [1, 11, 14].

Rozpływalność w ustach bez pozostawiania woskowego posmaku osiąga się, gdy zawartość fazy stałej w temp. 33,3 °C wynosi nie więcej niż 3,5 % [14]. W badanych margarynach do smarowania udział fazy stałej w zakresie temp. 30 ÷ 35 °C wynosił 0,7 ÷ 3,7 %, co świadczyło o dobrej rozpuszczalności produktu w temperaturze ciała człowieka. Mała zawartość fazy stałej w temp. 35 °C pozwala na szybką rozpływalność produktu w czasie jego spożywania, co korzystnie wpływa na smakowość produktu.

Jak podają Hui [9] oraz Yamoneka i wsp. [27], udział fazy stałej na poziomie 3 ÷ 4 % w temp. 20 ÷ 25 °C jest wystarczający, aby zapobiegać zjawisku wydzielania się oleju z produktu w trakcie jego użytkowania. Jest to poziom minimalny, odpowiedni dla produktów miękkich transportowanych i przechowywanych w warunkach chłodniczych. Produkty w kostkach czy puff pastry zawierające w składzie osnowy większy udział tłuszczów stałych (większą zawartość SFC) w temp. 20 ÷ 25 °C są mniej narażone na destrukcję sieci krystalicznej na skutek działania temperatury otoczenia [11].

Wszystkie badane margaryny MS w temp. 20 ÷ 25 °C odznaczały się zawartością fazy stałej w przedziale 4,6 ÷ 8,9 % (tab. 2). Można zatem sądzić, że zastosowana faza tłuszczowa produktu była odpowiednia i wystarczająca do utrzymania olejów ciekłych w sieci krystalicznej tłuszczów stałych. Arelano i wsp. [1] uważają jednak, że zawartość fazy stałej potrzebna do zapobieżenia wydzielania się olejów ciekłych z produktu to minimum 10 % w temp. 20 °C.

Tabela 2. Zawartość fazy stałej w wybranych margarynach do smarowania pieczywa (miękkich)

Table 2. Solid fat content in selected margarines for spreading on bread (soft)

Temperatura Temperature [°C]	Zawartość fazy stałej Solid fat content [%]						$\bar{x} \pm SD$
	MS 1	MS 2	MS 3	MS 4	MS 5	MS 6	
10	15,2 ^a	15,0 ^b	17,4 ^d	16,8 ^c	15,2 ^a	16,9 ^c	16,1 ± 1,0
20	7,6 ^a	8,0 ^c	8,5 ^d	8,9 ^d	7,8 ^b	7,6 ^a	8,1 ± 0,5
25	4,8 ^a	4,6 ^c	5,5 ^b	5,6 ^b	5,1 ^d	4,8 ^a	5,1 ± 0,4
30	2,9 ^d	2,4 ^b	3,7 ^a	3,6 ^a	3,4 ^c	2,7 ^c	3,1 ± 0,5
35	1,4 ^c	0,7 ^a	1,3 ^c	2,1 ^b	1,8 ^d	1,5 ^c	1,5 ± 0,4
40	0	0	0	0	0	0	0 ± 0

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Tabela 3. Zawartość fazy stałej w wybranych margarynach kostkowych (kulinarnych)

Table 3. Solid fat content in selected cubed margarines (culinary)

Temperatura Temperature [°C]	Zawartość fazy stałej Solid fat content [%]						$\bar{X} \pm SD$
	MK 1	MK 2	MK 3	MK 4	MK 5	MK 6	
10	34,7 ^a	37,9 ^c	39,9 ^b	37,8 ^c	39,7 ^c	41,9 ^b	38,6 ± 2,2
20	17,7 ^a	17,3 ^a	20,8 ^b	17,0 ^a	19,1 ^a	22,7 ^b	19,1 ± 2,1
25	9,2 ^b	7,3 ^a	13,4 ^c	7,4 ^a	9,9 ^b	14,3 ^c	10,3 ± 2,7
30	4,5 ^c	2,6 ^a	8,4 ^b	2,7 ^a	6,5 ^d	8,8 ^b	5,6 ± 2,5
35	1,0 ^d	0,1 ^a	4,3 ^b	0,1 ^a	4,0 ^b	4,8 ^c	2,4 ± 2,0
40	0,0 ^a	0,0 ^a	1,0 ^c	0,0 ^a	0,3 ^b	2,8 ^d	0,7 ± 1,0

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Tabela 4. Zawartość fazy stałej w wybranych margarynach puff pastry

Table 4. Solid fat content in selected puff pastry margarines

Temperatura Temperature [°C]	Zawartość fazy stałej Solid fat content [%]						$\bar{X} \pm SD$
	MP 1	MP 2	MP 3	MP 4	MP 5	MP 6	
10	56,2 ^c	53,2 ^c	55,7 ^d	58,5 ^f	44,8 ^b	41,6 ^a	51,7 ± 6,2
20	37,1 ^a	36,9 ^a	35,4 ^d	41,8 ^e	26,1 ^c	22,4 ^b	33,3 ± 6,8
25	26,1 ^d	27,5 ^e	23,2 ^c	30,1 ^f	22,3 ^b	20,0 ^a	24,9 ± 3,4
30	19,1 ^a	20,7 ^b	16,5 ^c	19,5 ^a	20,4 ^b	17,9 ^d	19,0 ± 1,4
35	13,1 ^b	14,6 ^a	12,5 ^c	14,7 ^a	13,2 ^b	14,0 ^a	13,7 ± 0,8
40	9,1 ^b	10,6 ^d	8,9 ^b	7,3 ^a	5,5 ^c	7,2 ^a	8,1 ± 1,6

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

W przypadku margaryn kostkowych zawartość fazy stałej w poszczególnych wartościach temperatury jest wyższa niż w margarynach miękkich. Średnia zawartość fazy stałej w temp. 10 °C wynosiła 38,6 % (tab. 3). Jest to niemal dwukrotnie więcej niż w margarynach smarownych. Większa zawartość fazy stałej świadczy o tym, że margaryny kostkowe są produktami twardszymi, co zapewnia im możliwość pakowania w procesie produkcji, jak również utrzymania kształtu w okresie przechowywania [1]. W przypadku margaryn kostkowych większa zawartość fazy stałej związana jest również z ich użytecznością. Bardzo często stosowane są one do wypieku ciast, jak i przygotowania kremów cukierniczych. W związku z tym w temperaturze wyrobu ciasta (20 ÷ 25 °C) musi być zachowana odpowiednia zawartość fazy stałej, świadcząca o ich plastyczności [22, 30]. W przypadku badanych margaryn kostkowych zawartość fazy stałej w podanym przedziale temperatur wynosiła od 22,7 % (MK 6) do 7,3 % (MK 2) – tab. 3. Świadczy to o ich przydatności do wyrobu ciast (za wyjątkiem ciast francuskich) [26, 29].

Grupa margaryn puff pastry charakteryzowała się zdecydowanie najwyższym poziomem zawartości fazy stałej w badanych wartościach temperatury. Średnia zawartość

fazy stałej w temp. 10 °C wynosiła 51,7 % (tab. 4). Wśród produktów typu puff pastry stwierdzono istotne różnice ($p \leq 0,05$) pomiędzy badanymi margarynami. Próbkę MP 5 i MP 6 charakteryzowały się niższym poziomem zawartości fazy stałej w badanym zakresie temperatur. Były to produkty zdecydowanie bardziej miękkie od próbek MP 1, MP 2 i MP 3. Podobnie jak w przypadku margaryn kostkowych, istotnym zakresem temperatur jest przedział $20 \div 25$ °C, czyli temperatura łączenia margaryny z ciastem. W tym zakresie zawartość fazy stałej w margarynach puff pastry była zdecydowanie większa niż w margarynach kostkowych. Wynosiła bowiem minimalnie 20 % (MP 6), a maksymalnie – 41 % (MP 4). Tak duże różnice pomiędzy tymi grupami produktów wynikają z tego, że w cieście francuskim margaryna ma za zadanie stanowić odrębną warstwę do ciasta podstawowego, a w przypadku margaryn kostkowych ma dobrze łączyć się z pozostałymi składnikami ciasta [11, 24, 25, 26].

Wnioski

1. Margaryny miękkie charakteryzują się zdecydowanie niższym poziomem zawartości fazy stałej w badanym zakresie temperatur w stosunku do pozostałych analizowanych grup. SFC opisujące grupę margaryn i tłuszczów w kostkach kształtuje się na poziomie pośrednim pomiędzy badanymi grupami produktów. Najwyższy poziom SFC jest charakterystyczny dla margaryn typu puff pastry.
2. Średnie wartości punktu topnienia charakteryzujące poszczególne grupy margaryn są wprost proporcjonalne do zawartości fazy stałej opisującej daną grupę.
3. Najwyższe zróżnicowanie zawartości substancji tłuszczowej charakteryzuje grupę margaryn miękkich, przeznaczonych do bezpośredniego spożycia.
4. Grupy produktów kostkowych oraz puff pastry charakteryzują się dużą zawartością substancji tłuszczowej, determinującą ich przydatność użytkową.
5. Oznaczenie zawartości fazy stałej w tłuszczach i margarynach jest cennym oraz użytecznym parametrem do wskazania przeznaczenia konsumenckiego poszczególnych produktów.

Literatura

- [1] Arellano M., Norton I.T., Smith P.: Specialty oils and fats in margarines and low-fat spreads. In: Specialty Oils and Fats in Food and Nutrition: Properties, Processing and Applications. Ed. G. Talbot. Woodhead Publishing, Cambridge 2015, pp. 241-270.
- [2] Borrello M., Annunziata A., Vecchio R.: Sustainability of palm oil: Drivers of consumers' preferences. Sustainability, 2019, 11 (18), #4818.
- [3] Calder P.C.: Functional roles of fatty acids and their effects on human health. JPEN, 2015, 39 (1S), 18S-32S.

- [4] Day R.: Finished product design – margarine. In: Proceedings of the World Conference on Oilseed Technology and Utilization. Ed. Th. H. Applewhite. AOCS Press, Budapest, Hungary, 1993, pp. 199-203.
- [5] Gerstenberg Kirkeby P.: Food products without *trans* fatty acids. In: Trans Fatty Acids. Eds. A.J. Dijkstra, R.J. Hamilton, W. Hamm. Blackwell Publishing, Oxford 2007, pp. 219-225.
- [6] Dostálová J.: Low-fat foods. Low-fat spreads. Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. 2nd ed. Eds. B. Caballero, P. Finglas, F. Toldra. Academic Press, Cambridge 2003, pp. 3617-3622.
- [7] Flock M.R., Kris-Etherton P.M.: Diverse physiological effects of long-chain saturated fatty acids: Implications for cardiovascular disease. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, 2013, 16 (2), 133-140.
- [8] Garseti M., Balentine D.A., Zock P.L., Blom W.A.M., Wanders A.J.: Fat composition of vegetable oil spreads and margarines in the USA in 2013: A national marketplace analysis. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 2016, 67 (4), 372-382.
- [9] Hui Y.H.: Bailey's Industrial Oil and Fat Products: Edible Oil and Fat Products: Products and Application Technology. Wiley-Interscience, 1995, pp. 65-107.
- [10] Krygier K.: Współczesna margaryna – aspekty technologiczne i żywieniowe. WNT, Warszawa 2010.
- [11] Alander J., Liddefelt J.-O.: Handbook: Vegetable Oils and Fats. AarhusKarlsahamn, Karlsahamn 2007, pp. 139-151.
- [12] McClements D.J.: Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques. 3rd ed. CRC Press, Boca Raton 2016.
- [13] Miskandar M.S., Che Man Y.B., Yusoff M.S.A., Rahman R.A.: Effect of emulsion temperature on physical properties of palm oil-based margarine. *JAOCS*, 2002, 79 (12), 1163-1168.
- [14] Miskandar M.S., Che Man Y.B., Yusoff M.S.A., Rahman R.A.: Quality of margarine: Fats selection and processing parameters. *Asia Pac. J. Clin. Nutr.*, 2005, 14 (4), 387-395.
- [15] Miskandar M.S., Nor A.I.: Palm stearin as low trans hard stock for margarine. *Sains Malaysiana* 2010, 39 (5), 821-827.
- [16] Noor L.H.M.D., Rafidah A.H., Sivaruby K., Wan Rosnani A.I., Norazura A.M.H., Nur H.I., Zaliha O., Miskandar M.S.: Palm oil and palm kernel oil: Versatile ingredients for food application. *J. Oil Palm Res.*, 2017, 29 (4), 487-511.
- [17] PN-EN ISO 8292-1:2010_ Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości fazy stałej metodą pulsacyjnego NMR. Część 1. Metoda bezpośrednia.
- [18] PN-EN ISO 6321:2004. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczenie punktu topnienia w kapilarze otwartej (punkt płynięcia).
- [19] PN-A-86933:1995. Tłuszcze roślinne jadalne. Metody badań. Określanie zawartości substancji tłuszczowej w margarynie.
- [20] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007. *Dz. U. L* 347, ss. 671-854, z 20.12.2013.
- [21] Rozporządzenie Komisji (UE) 2019/649 z dnia 24 kwietnia 2019 r. zmieniające załącznik III do rozporządzenia (WE) nr 1925/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do izomerów trans kwasów tłuszczowych, innych niż izomery trans kwasów tłuszczowych naturalnie występujące w tłuszczu pochodzenia zwierzęcego. *Dz. U. L* 110, ss. 17-20, z 25.04.2019.
- [22] Rutkowska J., Żbikowska A.: Możliwość zastosowania margaryn płynnych do produkcji ciast biszkoptowo-tłuszczowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 3 (44), 113-126.
- [23] Sayed A.H.G, Miskandar M.S., Kadivar M., Keramat J.: The production of an experimental table margarine enriched with conjugated linoleic acid (CLA): Physical properties. *JAOCS*, 2009, 86 (5), 453-458.

- [24] Šoronja-Simović D., Šereš Z., Nikolić I., Šimurina O., Djordjević M., Maravić N.: Challenges related to the application of high and low *trans* margarine in puff pastry production. *J. Food Proc. Pres.*, 2017, 41 (6), #13265.
- [25] Tekin A., Cizmeçi M., Karabacak H., Kayahan M.: *Trans* FA and solid fat contents of margarines marketed in Turkey. *JAOCS*, 2002, 79 (5), 443-445.
- [26] Wojnar E., Ptasznik S.: Ocena zawartości fazy stałej w wybranych margarynach typu puff pastry oraz blokowych. *Post. Nauki Technol. Przem. Rol. Spoż.*, 2012, 67 (3), 90-99.
- [27] Yamoneka J., Malumba P., Lognay G., Blecekr C., Dantine S.: *Irvingia gabonensis* seed fat as hard stock to formulate blends for trans free margarines. *LWT – Food Sci. Technol.*, 2019, 101, 747-756.
- [28] Zhang Z., Shim Y.Y., Ma X., Huang H., Wang Y.: Solid fat content and bakery characteristics of interesterified beef tallow-palm mid fraction based margarines. *RSC Advances*, 2018, 8, 12390-12399.
- [29] Żbikowska A., Kowalska M., Rutkowska J.: Zawartość fazy stałej a jakość i przydatność technologiczna szorteningów do produkcji ciast kruchych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2012, 2 (81), 173-185.
- [30] Żbikowska A., Rutkowska J., Krygier K.: Jakość wybranych tłuszczów piekarskich na rynku krajowym. *Rocz. PZH*, 2006, 57 (2), 133-142.

CHARACTERISTICS OF SELECTED GROUPS OF MARGARINES IN TERMS OF SOLID FAT CONTENT

S u m m a r y

The objective of the research study was to characterise some selected margarines in terms of determining their functional properties on the basis of solid fat content (SFC). The research was carried out on three groups of the selected products comprising the following margarines: soft spreads, cubed (culinary) and puff pastry. In order to obtain more complete profiles of the margarines tested, the melting point and fatty substance content were also determined. Six different products were analysed in each of the margarine groups. The solid fat content was determined using nuclear magnetic resonance (NMR). The melting point was determined according to the PN-EN ISO 6321 standard. The fatty substance content was determined according to the PN-A-86933 standard. There were found significant differences in solid fat content between the margarine groups analysed. As regards the soft margarines, all the samples analysed were characterised by the solid fat content below 20 % at 10 °C, which indicates their very good spreadability immediately after taking out from a refrigerator. In the group of cubed margarines, the results of the solid fat content confirm their usefulness both for the culinary purposes and the spreading on bread, provided that room temperature is reached (ca. 20 °C). The puff pastry margarines were characterised by a high solid fat content, which determines their use in puff pastries. The determination of above-mentioned parameters in margarines characterise the transformations of the solid fat as a function of temperature, what enables the identification of the areas of their applications.

Key words: margarine, fat spread, solid fat content, melting point, fatty substance, emulsion ☒