

ELIZA GRUCZYŃSKA, BOLESŁAW KOWALSKI,
MAŁGORZATA KOWALSKA, KRZYSZTOF ŚMIECHOWSKI

CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH MAJONEZÓW ORAZ WPŁYW TEMPERATURY I CZASU PRZECHOWYWANIA NA ICH STABILNOŚĆ

Streszczenie

W majonezach rynkowych oznaczano zawartości wolnych kwasów tłuszczowych oraz frakcji mono-, di- i triacylogliceroli. W matrycach triacylogliceroli oznaczano skład kwasów tłuszczowych. Mierzono również wielkości cząstek oraz określano ich rozkłady w emulsjach po upływie miesiąca oraz 4 miesięcy przechowywania próbek w temp. 20 i 2°C. Stosując metodę dyfrakcji laserowej zbadano wpływ temperatury i czasu przechowywania na stabilność badanych emulsji.

Wyniki badań wskazują że, do produkcji majonezów, obecnych na polskim rynku, najczęściej stosowany jest olej rzepakowy. W majonezach o obniżonej zawartości tłuszczu (nisko-tłuszczowe i stołowe) oznaczono wyższe ilości mono- i diacylogliceroli, które jako emulgatory gwarantowały tym produktom dobrą stabilność. Podczas przechowywania majonezów, w większości przypadków, postępował proces agregacji cząstek fazy rozproszonej, a w niskiej temperaturze także krystalizacja acylogliceroli. W rezultacie następowało wydzielanie fazy tłuszczowej i destabilizacja emulsji. Emulsje o mniejszej średniej wielkości cząstek nie ulegały destabilizacji podczas przechowywania.

Słowa kluczowe: majonez, emulsja, dyfrakcja laserowa, rozkład cząstek

Wprowadzenie

Zgodnie z PN [10] majonez to wyrób otrzymany przez zemulgowanie oleju roślinnego jadalnego w fazie wodnej, w obecności żółtka jaja kurzego. Olejami najczęściej stosowanymi do produkcji majonezów są: rzepakowy, sezamowy, słonecznikowy, bawełniany, sojowy, kukurydziany. Zawartość oleju wpływa na

Dr inż. E. Gruczyńska, prof. dr hab. B. Kowalski, Katedra Chemii, Wydz. Technologii Żywności Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, ul. Nowoursynowska 159 C, 02-776 Warszawa, dr inż. M. Kowalska, dr hab. K. Śmiechowski, prof. PR, Wydz. Materiałoznawstwa i Technologii Obuwia, Politechnika Radomska, ul. Chrobrego 27, 26-600 Radom

konsystencję majonezów, która determinuje zastosowanie tego rodzaju wyrobów [19]. Typowy majonez zawiera 70–80% tłuszczu. Jednakże, wbrew wysokiej zawartości tłuszczu w stosunku do wody, jest on emulsją typu olej w wodzie. Majonez, sklasyfikowany jako trwała emulsja, zostaje wytworzony, gdy przyłożona siła ścinania powoduje rozproszenie fazy olejowej w postaci kropelek w fazie wodnej. W idealnej emulsji o/w, złożonej z kulistych kropelek oleju upakowanych w fazie ciągłej (woda), faza rozproszona (olej) może stanowić maksymalnie 74% całkowitej objętości. Jeśli zawartość oleju przekroczy 74% objętości, to nastąpi inwersja faz. Jeżeli jednak wielkość cząstek jest zróżnicowana, tak jak ma to miejsce w majonezach, to małe kropelki mogą wypełniać przestrzeń między dużymi kroplami [17]. Olej może tu stanowić 75% i więcej całkowitej objętości. Oznacza to, że kropelki oleju są zniekształcone, w porównaniu z ich normalnym kulistym kształtem. Ścisłe upakowanie kropelek pozwala im także silnie oddziaływać ze sobą [5].

Wskutek wysokiego stężenia fazy olejowej w stosunku do wodnej, czynnikiem stabilizującym tego rodzaju emulsje jest wysoka lepkość. Z drugiej strony wysokie stężenie fazy rozproszonej wpływa na obniżenie trwałości, gdyż zwiększa się prawdopodobieństwo łączenia kropelek. W majonezach dobrej jakości największe krople mają średnice 6–8 μm , przy czym wiele spośród nich ma średnice wynoszące tylko 2–4 μm . W produktach o gorszej jakości występują krople o średnicy 10 μm . Z upływem czasu majonezy zmieniają konsystencję, gdyż następuje koalescencja, a później rozwarstwienie. Wstrząsy, jak również obniżenie temperatury do poziomu, w którym zaczyna się krystalizacja acylogliceroli, powodują rozpad emulsji. Przy inwersji faz następuje spadek lepkości [9].

Stale rosnące wymagania konsumentów oraz konieczność konkurowania producentów żywności sprawiają, że na rynku dostępna jest szeroka gama majonezów. Zastosowanie szybkiej, niezawodnej metody pomiaru wielkości cząstek oraz określania ich rozkładu w tego typu produktach jest konieczne w kontroli jakości. Narzędziem wspomagającym ocenę towaroznawczą, a przy tym kontrolę cech jakościowych może być metoda dyfrakcji laserowej, zwana również małokątowym rozpraszaniem światła laserowego (LALLS) [3, 8]. W wielu gałęziach przemysłu spożywczego metoda LALLS staje się standardem w badaniach wielkości cząstek i ich rozkładu, między innymi w emulsjach tłuszczowych [3, 14, 15]. Metoda ta charakteryzuje się następującymi zaletami [1, 16]:

- jest metodą bezwzględną, dlatego nie ma potrzeby kalibrowania przyrządów według wzorców,
- charakteryzuje się szerokim zakresem pracy dynamicznej; dyfraktometri laserowe najwyższej klasy pozwalają na dokonywanie pomiarów w zakresie wielkości cząstek 0,02–2000 μm ,

- w badaniach emulsji oraz zawiesin ciekłych można stosować tzw. cele recykulacyjne, co zapewnia wysoką powtarzalność ($\pm 0,5\%$) oraz odtwarzalność ($\pm 1\%$) wyników [14],
- wiązka laserowa przechodzi przez całą reprezentatywną próbkę danego materiału, dzięki temu rejestrowana dyfrakcja pochodzi od wszystkich cząstek,
- jest to metoda nieniszcząca i nieinwazyjna, stąd też cenne próbki mogą zostać odzyskane,
- bezpośrednio mierzony jest rozkład objętościowy, który w przypadku stałej gęstości jest identyczny z rozkładem masowym,
- czas pomiaru jest krótszy od 1 min [15], co oznacza natychmiastowe sprzężenie pomiarów z pracą urządzeń produkcyjnych i łatwość wykonywania powtórnych analiz oraz daje możliwości pomiarów „on line”.

Celem niniejszej pracy była charakterystyka różnego typu majonezów obecnych na polskim rynku, przy zastosowaniu chemicznych metod analitycznych oraz określenie wpływu temperatury i czasu przechowywania na stabilność badanych emulsji.

Materiał i metody badań

Materiał do badań stanowiło 12 majonezów zróżnicowanych pod względem zawartości tłuszczu, tzn. niskotłuszczowe, stołowe oraz wysokotłuszczowe, dostępne na polskim rynku. Wszystkie produkty, stanowiące materiał doświadczalny, kupowano w jednym ze stołecznych supermarketów.

W tłuszczach wyekstrahowanych z majonezów wyjściowych oznaczano zawartość frakcji wolnych kwasów tłuszczowych (WKT), niepełnych acylogliceroli (MAG + DAG) i triacylogliceroli (TAG). W matrycach TAG oznaczano skład kwasów tłuszczowych. Mierzono również wielkości cząstek oraz wyznaczano ich rozkłady w emulsjach po upływie 1 i 4 miesięcy przechowywania próbek w temp. $20 \pm 1^\circ\text{C}$ i $2 \pm 1^\circ\text{C}$. Próbki majonezów przechowywano w zamkniętych pojemnikach bez dostępu światła. Nazwy badanych majonezów kodowano odpowiednimi symbolami (tab. 1–3).

Ekstrakcja tłuszczu metodą Mojonnier'a [2]

Próbkę majonezu traktowano NH_4OH , w celu zobojętnienia kwasów, następnie dodawano fenoloftaleinę, aby wyraźniej zaobserwować granicę podziału między fazami eterową i wodną. Tłuszcz ekstrahowano mieszaniną eterów naftowego i dietylowego (1:1, v/v). Ekstrakcję wykonywano trzykrotnie. Ekstrakt eterowy dekantowano, a następnie mieszaninę eterów odparowywano. Wyodrębniony tłuszcz suszono do stałej masy. Średnie zawartości tłuszczu, nieodbiegające znacząco od deklarowanych przez producenta, podano w tab. 1–3.

Oznaczanie zawartości wolnych kwasów tłuszczowych

Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych oznaczano metodą miareczkową wg PN [12]. Wykonywano dwa równoległe oznaczenia. Bezwzględne różnice między otrzymanymi wynikami były nie większe niż 3%.

Oznaczanie zawartości frakcji niepełnych acylogliceroli i triacylogliceroli

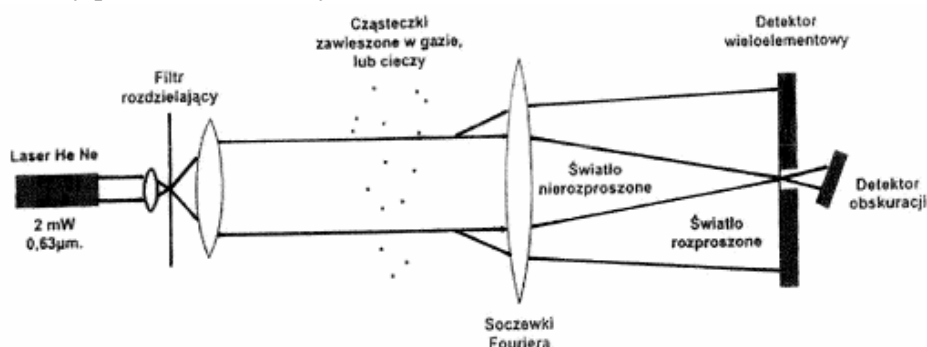
Zawartość frakcji (MAG + DAG) oraz TAG oznaczano, stosując technikę chromatografii kolumnowej [2, 13]. Wyniki, stanowiące średnią arytmetyczną dwóch równoległych oznaczeń, nie różniły się między sobą o więcej niż 1% (wartość bezwzględna).

Oznaczanie składu kwasów tłuszczowych

Skład kwasów tłuszczowych oznaczano metodą chromatografii gazowej (GLC) wg PN [11].

Pomiary wielkości cząstek oraz ich rozkład

Pomiarów dokonywano metodą LALLS w zakresie 0,12–704 μm [7, 18], stosując dyfraktometr laserowy (He/Ne) Microtrac, produkcji firmy Leed's & Northrup. Układ pomiarowy przedstawiono na rys. 1.



Filtr rozdzielający – separating filter

Cząsteczki zawieszane w gazie lub cieczy – Molecules in gas or liquid

Światło nierozproszone – non-diffused light

Soczewki Fouriera – Fourier's lenses

Światło rozproszone – Diffused light

Detektor wieloelementowy – Multielements detector

Detektor obskuracji – Obscuration detector

Rys. 1. Schemat dyfraktometru laserowego.

Fig. 1. The laser diffractometer scheme.

Na podstawie uzyskanych wyników obliczano współczynniki dyspersji (K). Obliczenia wykonywano posługując się wzorem:

$$K = D_{90} - D_{10} / D_{50}$$

gdzie: D_{90} , D_{50} , D_{10} średnice cząstek (μm), odczytywane z krzywej rozkładu (odpowiednio 90, 50, 10% cząstek ma średnice nie większe od tych wartości).

Wyniki i dyskusja

Wyniki analiz GLC olejów roślinnych oraz tłuszczów wyekstrahowanych z majonezów przedstawiono w tab. 1. Wybrano następujące kwasy tłuszczowe: palmitynowy (16:0), oleinowy (18:1, 9-cis), erukowy (22:1, 13-cis), linolowy (18:2, all-cis) i linolenowy (18:3, all-cis). Uzyskane wyniki wskazują na podobieństwo tłuszczów wyekstrahowanych z majonezów do odpowiednich olejów roślinnych, pod względem zawartości określonych kwasów tłuszczowych. Udziały procentowe kwasów palmitynowego i oleinowego w produktach oznaczonych symbolami 1.4, 2.1, 2.4 i 3.3 kształtowały się na podobnym poziomie jak w oleju sojowym (SBO), tj. odpowiednio ok. 11 i 23%. W tłuszczach wyodrębnionych z pozostałych majonezów ilości wymienionych kwasów były zbliżone do wartości charakteryzujących olej rzepakowy (RSO).

Tabela 1

Skład wybranych kwasów tłuszczowych w TAG tłuszczów wyekstrahowanych z majonezów oraz w olejach: sojowym (SBO) i rzepakowym (RSO).

Selected fatty acids composition in TAG of the fats extracted from mayonnaise and for soybean (SBO) and rapeseed (RSO) oils.

Grupa majonezów lub olej roślinny The group of mayonnaise or vegetable oil	Symbol produktu Symbol of the product	Procentowy udział danego kwasu The percentage of a given fatty acid				
		16:0	18:1, 9-cis	22:1, 13-cis	18:2, all-cis	18:3, all-cis
Niskotłuszczowe Low fat 45% tłuszczu	1.1	4,9	58,5	0,9	17,9	8,4
	1.2	4,8	57,9	1,1	17,9	9,0
	1.3	5,3	57,7	0,4	19,8	8,1
	1.4	11,8	22,6	0,1	52,1	4,6
Stołowe Regular 60% tłuszczu	2.1	10,4	27,8	0,2	47,5	5,8
	2.2	4,9	58,3	0,7	18,3	8,4
	2.3	4,8	58,1	1,1	17,8	9,2
	2.4	11,6	28,4	0,7	47,4	4,0
Wysokotłuszczowe High fat 80% tłuszczu	3.1	4,6	58,5	0,9	18,2	8,5
	3.2	7,8	42,1	0,5	34,3	6,4
	3.3	11,6	22,4	0,0	52,4	5,0

	3,4	5,3	57,5	0,3	20,8	7,5
O leje roślinne	SBO	11,0	22,7	0,0	51,9	6,4
Vegetable oils	RSO	4,5	61,1	0,9	16,9	8,5

Powyższą prawidłowość potwierdzono również wynikami oznaczeń składu kwasów polienowych. Udziały procentowe kwasów linolowego i linolenowego w próbkach o symbolach 1.4, 2.1, 2.4 i 3.3 były zbliżone do wartości charakteryzujących olej sojowy i wynosiły odpowiednio ok. 50% oraz ok. 5,2%. Ilości tych kwasów w pozostałych tłuszczach kształtowały się odpowiednio na poziomach ok. 20 i 8% i były zbliżone do wartości oznaczonych w oleju rzepakowym.

W przypadku próbki tłuszczu wyekstrahowanego z majonezu o symbolu 3.2 można przypuszczać, że został on wyprodukowany na bazie mieszanki olejów rzepakowego i sojowego. Wskazują na to ilości rozważanych kwasów tłuszczowych, które kształtują się na poziomach pośrednich między wartościami charakterystycznymi dla wymienionych olejów roślinnych.

W tab. 2. zamieszczono wyniki oznaczeń zawartości frakcji WKT, (MAG + DAG) i TAG w tłuszczach wyekstrahowanych z badanych majonezów oraz w olejach: sojowym i rzepakowym.

Tabela 2

Zawartość WKT, (MAG + DAG) i TAG w badanych majonezach oraz w olejach: sojowym (SBO) i rzepakowym (RSO).

The FFA, (MAG + DAG) and TAG contents in mayonnaise studied and in soybean (SBO) and rapeseed (RSO) oils.

Grupa majonezów lub olej roślinny The group of mayonnaise or vegetable oil	Symbol produktu Symbol of the product	Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) [%] The percentage content of free fatty acids (FFA)	Zawartość mono-i diacylogliceroli (MAG + DAG) [%] The percentage content of mono- and diacylglycerols (MAG + DAG)	Zawartość triacylogliceroli (TAG) [%] The percentage content of triacylglycerols (TAG)
Niskotłuszczowe Low fat 45% tłuszczu	1.1	0,05	2,6	97,3
	1.2	0,05	2,3	97,6
	1.3	0,1	4,1	95,8
	1.4	0,1	5,5	94,4
Stołowe Regular 60% tłuszczu	2.1	0,1	5,2	94,6
	2.2	0,1	3,1	96,8
	2.3	0,1	4,3	95,6
	2.4	0,1	6,7	93,2

Wysokotłuszczowe High fat 80% tłuszczu	3.1	0,0 ₅	2,7	97,2
	3.2	0,0 ₅	2,7	97,2
	3.3	0,1	3,1	96,8
	3.4	0,0 ₅	2,4	97,5
Oleje roślinne Vegetable oils	SBO	0,1	1,0	98,9
	RSO	0,0 ₅	1,6	98,3

Zawartość WKT w tłuszczach będących składnikami majonezów były zbliżone do wartości oznaczonych w olejach roślinnych. Potwierdza to wysuniętą wcześniej hipotezę dotyczącą olejów roślinnych użytych do produkcji badanych majonezów. Świadczy także o właściwej jakości oraz świeżości tych majonezów.

W większości badanych majonezów zawartość frakcji (MAG + DAG) kształtowała się na poziomie ok. 3%, jednak niektóre z nich, np. produkty o symbolach: 1.3, 1.4, 2.1, 2.3 i 2.4, charakteryzowały się większą zawartością mono- i diacylogliceroli. Są to produkty z grupy majonezów niskotłuszczowych i stołowych, można zatem przypuszczać, że podczas ich produkcji wprowadzono dodatkowe ilości tych składników, które pełnią funkcje emulgatorów spożywczych.

W majonezach niskotłuszczowych zawartość frakcji TAG przyjmowała wartości 94,4–97,6%, w majonezach stołowych mieściła się ona w przedziale od 93,2–96,8%, natomiast w majonezach wysokotłuszczowych kształtowała się na poziomie ok. 97%.

Reasumując, można stwierdzić, że pochodzące od tego samego producenta majonezy 1.4, 2.1, 2.4 i 3.3 zostały wyprodukowane na bazie oleju sojowego. Pozostałe majonezy zawierały w swym składzie olej rzepakowy. Udział procentowy kwasów tłuszczowych w próbkach tłuszczów wyodrębnionych z majonezów nie był jednak identyczny, jak w czystych olejach jadalnych danego typu, co mogło być spowodowane obecnością kwasów tłuszczowych wprowadzanych do majonezu jako produktu wieloskładnikowego, np. z żółtkiem jaja, musztardą itp.

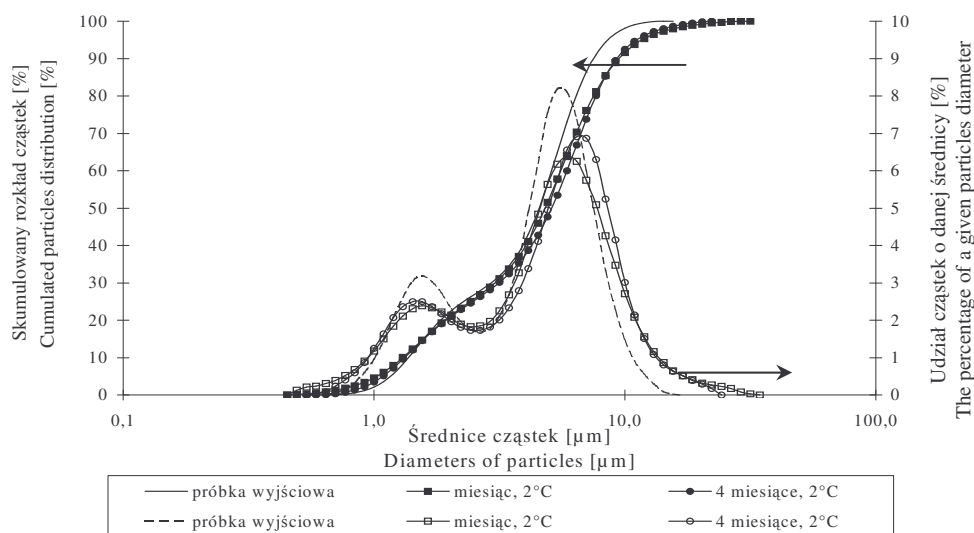
Średnie wielkości cząstek oraz współczynniki dyspersji w majonezach wyjściowych i w przechowywanych próbkach zamieszczono w tab. 3. Wybrane wyniki, typowe dla większości zbadanych emulsji, zilustrowano także na rys. 2–5.

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że emulsje o mniejszej średniej wielkości cząstek (1.4, 2.4, 3.2, 3.3, 3.4) nie ulegały destabilizacji podczas przechowywania. Jak wspomniano wyżej, majonezy 1.4, 2.4, 3.3 pochodziły od tego samego producenta, majonezy oznakowane symbolami 3.2, 3.4 były także produktami jednej firmy.

Na rys. 2. i 3. zilustrowano udział procentowy cząstek o danej średnicy oraz ich rozkład w emulsji 3.2. Nie stwierdzono zasadniczych zmian w rozkładzie cząstek fazy rozproszonej. Wyjątek stanowiła próbka przechowywana przez 4 miesiące w temp. 20°C (rys. 3). W tym przypadku przechowywanie spowodowało wzrost średniej

wielkości cząstek fazy zdyspergowanej od 5,4 do 7,5 μm . W próbce wyjściowej 90% cząstek miało średnicę nie większą niż 9,5 μm . Po 4 miesiącach przechowywania w 20°C parametr ten osiągnął wartość 1,7 razy większą (15,9 μm). Niezależnie jednak od stwierdzonych zmian średnic cząstek fazy rozproszonej, emulsja w dalszym ciągu pozostawała stabilna. W każdej próbce emulsji 3.2 zaobserwowano występowanie co najmniej dwóch frakcji fazy zdyspergowanej, zróżnicowanych pod względem średnicy cząstek. Produkt ten należy do grupy majonezów wysoko tłuszczowych, w których mniejsze kropelki oleju, w procesie wytwarzania emulsji, zostały ciasno upakowane pomiędzy kroplami o większych średnicach, tworząc przy tym strukturę siatki przestrzennej [5, 17]. Prawdopodobnie fakt ten oraz optymalna wielkość cząstek fazy tłuszczowej zagwarantowały dobrą stabilność emulsjom 3.2, 3.3 i 3.4. Wyniki te potwierdzono także obliczeniami współczynników dyspersji, których wartości kształtowały się na podobnym poziomie i wskazują na wysoki stopień rozproszenia fazy tłuszczowej w wodzie.

W wyjściowych próbkach emulsji 1.4 i 2.4 oznaczono wyższe zawartości frakcji (MAG + DAG) w odniesieniu do produktów wysokotłuszczowych oraz olejów roślinnych, wynoszące odpowiednio 5,5 i 6,7% (tab. 2). Najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem wysokiej stabilności majonezów 1.4 oraz 2.4, należących odpowiednio do grupy niskotłuszczowych i stołowych, była zatem obecność dodatkowych ilości frakcji (MAG + DAG), wprowadzonych jako emulgatory. W rezultacie możliwość rozpadu tych emulsji w wyniku redukcji zawartości tłuszczu została zniwelowana.



próbka wyjściowa – initial sample

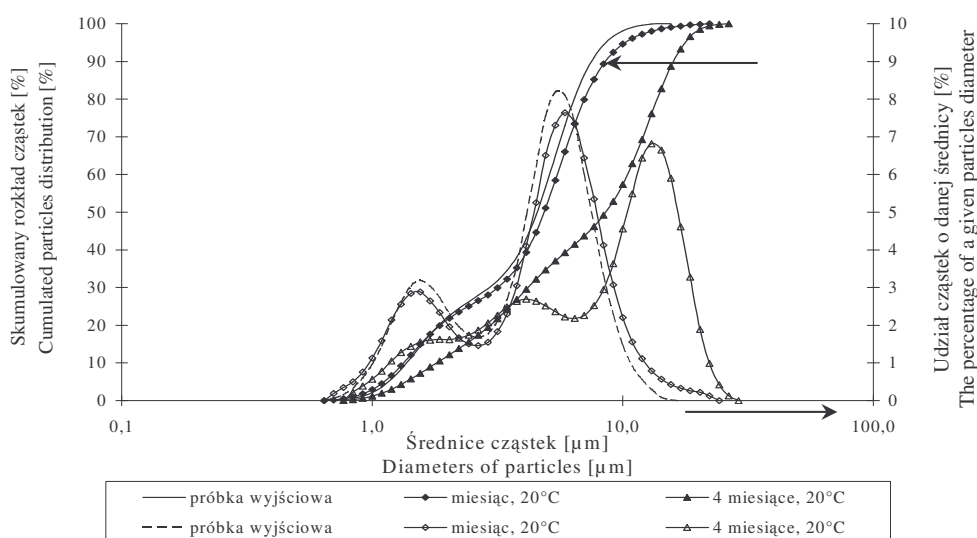
miesiąc – month

4 miesiące – 4 months

Rys. 2. Udział procentowy cząstek o danej średnicy i ich rozkład w emulsji wyjściowej (3.2) oraz po przechowywaniu (temp.: 2°C, czas: 1 miesiąc, 4 miesiące).

Fig. 2. The percentage of a given particles diameter and their distribution in the initial emulsion (3.2) and after storage (temp.: 2°C, time: 1 month, 4 months).

Podczas przechowywania próbek pozostałych majonezów postępował proces koalescencji, prowadzący do agregacji cząstek fazy zdyspergowanej, czego dowodzą zarówno wyniki pomiarów zmian wielkości cząstek w trakcie przechowywania, jak również obliczone współczynniki dyspersji [4, 6, 8]. Średnie wielkości cząstek fazy rozproszonej wzrastały prawie 2-krotnie (majonezy 1.1, 1.2, 1.3 i 2.2) lub 3-krotnie (majonez 3.1) w odniesieniu do wartości początkowych, podczas przechowywania próbek przez 4 miesiące w temp. 2°C. Zmianom tym towarzyszył wzrost współczynników dyspersji. W trakcie przechowywania w obniżonej temperaturze największe zmiany stwierdzono w przypadku emulsji 2.3 (tab. 3, rys. 4 i 5). Średnia wielkość cząstek fazy zdyspergowanej w próbce przechowywanej przez 1 miesiąc w temp. 2°C była ponad 6 razy większa (27,8 μm) w stosunku do wartości początkowej (4,5 μm) i przez kolejne 3 miesiące utrzymywała się na podobnym poziomie (29,3 μm). Równocześnie zanotowano 10-krotny wzrost współczynnika dyspersji.



Rys. 3. Udział procentowy cząstek o danej średnicy i ich rozkład w emulsji wyjściowej (3.2) oraz po przechowywaniu (temp.: 20°C, czas: 1 miesiąc, 4 miesiące).

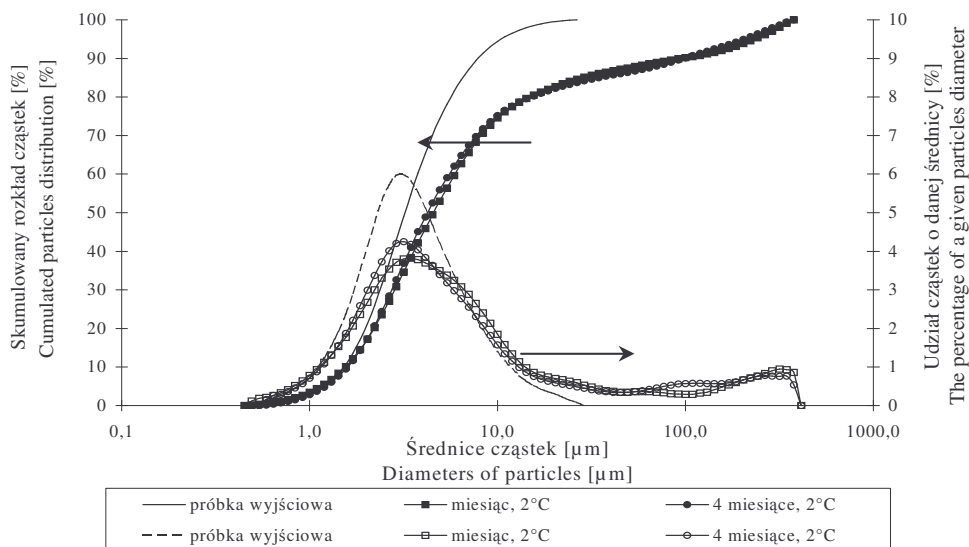
Fig. 3. The percentage of a given particles diameter and their distribution in the initial emulsion (3.2) and after storage (temp.: 20°C, time: 1 month, 4 months).

W próbce wyjściowej 90% cząstek miało średnicę nie większą niż 8,0 μm (rys. 4). W trakcie miesięcznego przechowywania w temp. 2°C wartość tego parametru zwiększyła się ponad 11 razy i ukształtowała się na poziomie 91,0 μm . Obserwowane zmiany zostały prawdopodobnie wywołane przez proces krystalizacji acylogliceroli, który w efekcie doprowadził do wydzielenia fazy tłuszczowej i destabilizacji emulsji.

Tabela 3

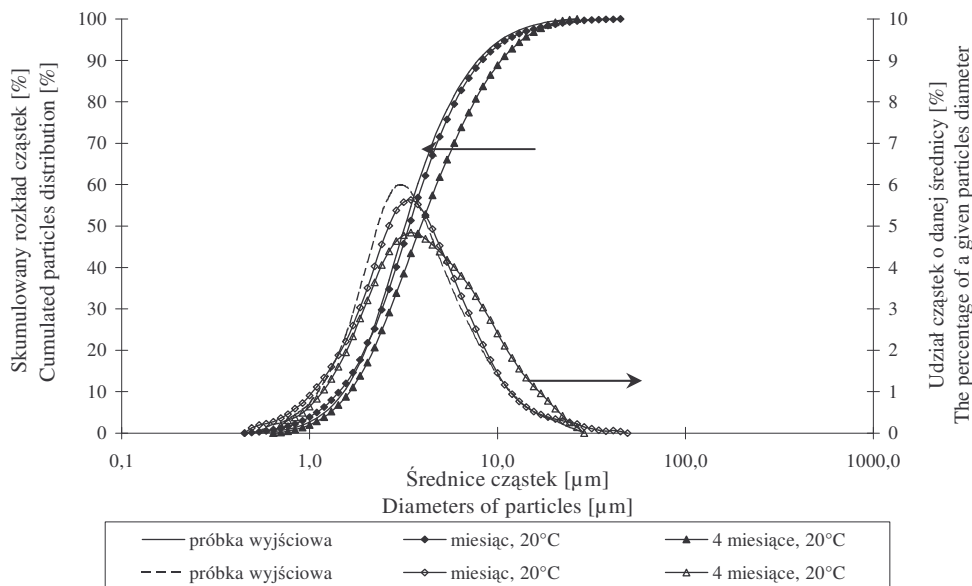
Średnie wielkości cząstek oraz współczynniki dyspersji w majonezach wyjściowych i w przechowywanych próbkach.
The average sizes of particles and dispersion indexes in the initial mayonnaise and in the samples after storage.

Grupa majonezów The group of mayonnaise	Symbol produktu Symbol of the product	Średnia wielkość cząstek [µm] The average size of particles [µm]					Współczynnik dyspersji (K) The dispersion index (K)				
		Próbka wyjściowa The initial sample	Warunki przechowywania The conditions of storage				Próbka wyjściowa The initial sample	Warunki przechowywania The conditions of storage			
Niskotłuszczowe Low fat 45% tłuszczu	1.1	11,7	16,2	16,2	19,6	21,3	1,5	1,7	2,2	1,9	2,4
	1.2	20,2	29,2	31,9	38,3	41,2	2,0	2,9	13,5	3,3	14,1
	1.3	14,3	16,9	20,5	17,3	25,3	1,4	1,7	2,2	1,9	2,4
	1.4	2,6	2,7	2,6	2,8	2,8	1,3	1,5	1,4	1,6	1,4
Stołowe Regular 60% tłuszczu	2.1	22,7	29,7	30,5	33,8	35,5	1,9	2,5	2,8	2,3	3,8
	2.2	25,5	33,2	37,7	38,7	49,8	1,2	1,5	2,1	1,9	2,5
	2.3	4,5	5,3	27,8	5,8	29,3	1,7	2,0	19,0	2,3	21,0
	2.4	2,6	3,2	3,0	2,9	3,1	1,2	1,3	1,5	1,4	1,5
Wysokotłuszczowe High fat 80% tłuszczu	3.1	4,2	4,6	5,6	4,9	13,6	1,9	2,5	3,0	2,9	6,0
	3.2	5,4	5,4	5,6	7,5	6,1	1,3	1,5	1,4	1,8	1,6
	3.3	4,3	4,7	4,9	5,0	5,7	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5
	3.4	4,5	4,7	5,1	6,1	6,8	1,8	2,1	1,9	2,1	2,8



Rys. 4. Udział procentowy cząstek o danej średnicy i ich rozkład w emulsji wyjściowej (2.3) oraz po przechowywaniu (temp.: 2°C, czas: 1 miesiąc, 4 miesiące).

Fig. 4. The percentage of a given particles diameter and their distribution in the initial emulsion (2.3) and after storage (temp.: 2°C, time: 1 month, 4 months).



Rys. 5. Udział procentowy cząstek o danej średnicy i ich rozkład w emulsji wyjściowej (2.3) oraz po przechowywaniu (temp.: 20°C, czas: 1 miesiąc, 4 miesiące).

Fig. 5. The percentage of a given particles diameter and their distribution in the initial emulsion (2.3) and after storage (temp.: 20°C, time: 1 month, 4 months).

Wnioski

1. Wyniki analiz GLC wskazują, że przy produkcji majonezów, obecnych na polskim rynku, najczęściej stosowany jest olej rzepakowy. Występują również produkty na bazie oleju sojowego. Podstawę fazy tłuszczowej może stanowić także mieszanina olejów rzepakowego i sojowego, co potwierdza skład kwasów tłuszczowych majonezu o symbolu 3.2.
2. Podczas przechowywania, w większości badanych majonezów postępował proces koalescencji, a w niskiej temperaturze także krystalizacja acylogliceroli. W rezultacie następowało wydzielanie fazy tłuszczowej i destabilizacja emulsji.
3. Stabilności majonezów sprzyjają: obecność dodatkowych ilości emulgatorów (w przypadku produktów o obniżonej zawartości tłuszczu), optymalne, niewielkie (2,6–5,4 μm) średnice cząstek fazy rozproszonej oraz występowanie co najmniej dwóch frakcji fazy zdyspergowanej, zróżnicowanych pod względem wielkości cząstek.

Literatura

- [1] Allen T.: Particle size measurements. Chapman and Hall, London 1990.
- [2] Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. Washington 1990.
- [3] Coupland J. N., McClements D. J.: Droplet size determination in food emulsions: comparison of ultrasonic and light scattering methods. *J. Food Eng.*, 2001, **50**, 117-120.
- [4] Cyr M., Tagnit-Hamou A.: Particle size distribution of fine powders by laser diffraction spectrometry. Case of cementitious materials. *Mater. Structur.*, 2000, **34**, 342-350.
- [5] Depree J. A., Savage G. P.: Physical and flavour stability of mayonnaise. *Food Sci. Technol.*, 2001, **12**, 157-163.
- [6] Huang X., Kakuda Y., Cui W.: Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. *Food Hydrocolloids*, 2001, **15**, 533-542.
- [7] ISO 13320-1:1999 (E). Particle size analysis – laser diffraction methods – Part 1: General principles.
- [8] McClements D. J.: *Food Emulsions: Principles, Practice and Techniques*. CRC Press LLC, New York 1999.
- [9] Niewiadomski H.: *Technologia tłuszczów jadalnych*. WNT, Warszawa 1979.
- [10] PN-A-86950: 1995. Majonez.
- [11] PN-EN ISO 5509:2001. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Przygotowanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych.
- [12] PN-EN ISO 660:2005. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie liczby kwasowej i kwasowości.
- [13] PN-EN ISO 8420:2004. Oleje i tłuszcze roślinne oraz zwierzęce. Oznaczanie zawartości związków polarnych.
- [14] Rawle A.: *Podstawowe pojęcia z dziedziny analizy ziarnistości cz. I. Laboratoria Aparatura Badania, materiały firmowe*, 2001.
- [15] Rawle A.: *Podstawowe pojęcia z dziedziny analizy ziarnistości cz. II. Laboratoria Aparatura Badania, materiały firmowe*, 2001.

- [16] Seville J. P. K., Coury J. R., Ghadiri M., Clift R.: Comparison of techniques for measuring the size of fine non-spherical particles. *Particle Characterization*, 1984, **1**, 45-52.
- [17] Stauffer C. E.: *Emulgatory*. WNT. Warszawa 2001.
- [18] Śmiechowski K.: Badanie wpływu sposobu modyfikacji tłuszczów na wielkość i rozrzut cząstek w emulsji do natuszczania skór. *Pol. J. Commodity Sci.*, 2004, **1**, 107-128.
- [19] Świderski F. (red.): *Żywność wygodna i żywność funkcjonalna*. WNT. Warszawa 1999.

CHARACTERISTIC OF SELECTED MAYONNAISE AND EFFECT OF TEMPERATURE AND STORAGE TIME ON THEIR STABILITY

S u m m a r y

In commercial mayonnaise the percentage of free fatty acids, mono- di- and triacylglycerols fractions were determined. In fractions of triacylglycerols fatty acids composition was determined. Sizes of particles were measured and particles distributions were set in the emulsions after storage samples for a month and four months, at 20°C and 2°C. The laser diffraction method was applied to investigate the effect of storage temperature and time on the emulsions stability.

It has been found that generally rapeseed oil was used in the production of mayonnaise, which is available in polish market. In low fat and regular mayonnaise the higher amounts of mono- and diacylglycerols fractions were determined. Mono- and diacylglycerols as emulsifiers assured high stability of these products. In most cases, at the storage conditions the aggregation of dispersed phase particles and crystallisation of acylglycerols at the low temperature have been proceeded. These processes resulted in the separation of oil phases and destabilisation of the emulsions. The emulsions characterised by the lower droplet size were not destabilised at the storage conditions.

Key words: mayonnaise, emulsion, laser diffraction method, particles distribution 