

MAŁGORZATA KOWALSKA, ANNA ŻBIKOWSKA, AGNIESZKA GÓRECKA

WPLYW WYBRANYCH ZAGĘSTNIKÓW NA ROZKŁAD KROPEL OLEJU W EMULSJACH NISKOTŁUSZCZOWYCH

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu wielkości dodatku, rodzaju oraz układu zastosowanych zagęstników na rozkład kropeł oleju w emulsjach niskotłuszczowych. W pracy zastosowano następujące zagęstniki: hydroksyfosforan diskrobiowy (skrobia instant z kukurydzy woskowej, skrobia z tapioki), naturalne gumy (ksantanowa, guar, mączka chleba świętojańskiego). W otrzymanych emulsjach tłuszczowych oznaczono lepkość, rozkład i średnią wielkość cząstek. Określono współczynnik dyspersji.

Stwierdzono, że majonez niskotłuszczowy zawierający dodatki: 3 % hydroksypropylofosforanu diskrobiowego (przeznaczonego do gotowania) i 0,7 % mączki chleba świętojańskiego jest najlepiej skomponowaną emulsją.

Słowa kluczowe: emulsje niskotłuszczowe, zagęstniki, lepkość, wielkość cząstek

Wprowadzenie

Emulsje są to dwufazowe układy stanowiące w miarę stabilną mieszaninę dwóch roztworów, z których jeden zawiera wodę i rozpuszczone w niej substancje hydrofilowe, a drugi jest jednorodną mieszaniną składników hydrofobowych, głównie lipidów. Stabilność każdego układu zdyspergowanego warunkuje obecność związków obniżających napięcie międzyfazowe i energię wewnętrzną układu oraz ewentualnych substancji hamujących łączenie się cząstek fazy rozproszonej (koalescencję). Istotnym elementem nadającym emulsji odpowiednią stabilność jest również wielkość i rozkład cząsteczek fazy rozproszonej, a także ich koncentracja [4, 5, 18]. Poza tym wielkość kropeł tłuszczu wpływa na smak, teksturę i wygląd emulsji [7]. Układy koloidalne i dyspersyjne są z natury niestabilne, jednak można je określać jako kinetycznie stabilne, jeśli tempo zmian jest wystarczająco małe [12, 20].

Dr inż. M. Kowalska, Katedra Chemii, Wydz. Materiałoznawstwa Technologii i Wzornictwa, Politechnika Radomska, 26-600 Radom ul. Chrobrego 27, dr inż. A. Żbikowska, dr inż. A. Górecka, Zakład Technologii Tłuszczów i Koncentratów Spożywczych, Wydz. Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 156 C, 02-776 Warszawa

Pod względem mechanizmów fizykochemicznych typy niestabilności emulsji można podzielić na dwie grupy: niestabilności odwracalne i nieodwracalne. Śmietankowanie i sedymentacja są przykładem niestabilności odwracalnych. W przypadku śmietankowania cząstki fazy rozproszonej dążą do powierzchni układu, nie zmieniając swoich wielkości. Ten typ niestabilności występuje częściej w emulsjach typu „olej w wodzie” niż „woda w oleju”. W przypadku sedymentacji cząstki fazy rozproszonej gromadzą się na dnie naczynia, w którym znajduje się emulsja, również nie zmieniając swoich rozmiarów.

W przypadku flokulacji cząstki fazy rozproszonej skupiają się ze sobą, ale bez znacznego przemieszczania się w kierunku powierzchni czy dolnych obszarów układu. W tym przypadku bardzo często dochodzi do zlewania poszczególnych cząsteczek w większe krople, czyli do koalescencji. Koalescencja jest procesem nieodwracalnym, co skutkuje niemożliwością odtworzenia pierwotnego rozmiaru cząstek fazy rozproszonej, czyli przywrócenia emulsji. Proces koalescencji najczęściej kończy się całkowitym rozdzieleniem fazy wodnej i olejowej, czyli tzw. złamaniem emulsji [1, 13].

Do rozdziału faz może również dojść w wyniku dojrzenia Oswalda [2, 6]. Zjawisko to inaczej nazwane dyfuzją molekularną może wystąpić w przypadku, gdy ciśnienie wewnątrz kropeł fazy zdyspergowanej jest wyższe niż w fazie ciągłej. Rozpuszczalność fazy wewnętrznej jest wyższa w mniejszych micelach niż w większych. Różnica ciśnień prowadzi do dyfuzji składników emulsji fazy wewnętrznej z mniejszych miceli do większych. Podczas tego procesu następuje wyrównanie ciśnień wewnątrz niejednorodnych miceli. Proces ten prowadzi w konsekwencji do zaniku małych miceli na rzecz dużych [16].

Jednym ze sposobów zwiększania stabilności emulsji jest dodatek hydrokolidów. Są to wielkocząsteczkowe hydrofilowe biopolimery stosowane jako funkcjonalne dodatki do żywności, mające na celu poprawę jej tekstury i stabilności [19]. Hydrokoloidy mogą stabilizować emulsje poprzez zwiększenie lepkości fazy ciągłej np. guma ksantanowa, ale także działając jako powierzchniowo czynny środek tworzący gruby film wokół kropeł emulsji [5]. Dodatek modyfikowanej skrobi z kukurydzy woskowej również zapobiega agregacji kuleczek olejowych i sedymentacji [3].

Celem pracy było określenie wpływu wielkości dodatku, rodzaju oraz układu zastosowanych zagęstników na rozkład kropeł oleju w emulsjach niskotłuszczowych.

Material i metody badań

Do wytworzenia emulsji niskotłuszczowych zastosowano: olej rzepakowy rafinowany (Zakłady Przemysłu Tłuszczowego w Warszawie), cukier biały „Srebrna łyżeczka” (Cukrownia Głinojeck), musztardę sarepską (Develey Polska), sól jodowaną Solino (Inowrocławskie Kopalnie Soli), ocet spirytusowy 10 % (Społem Kielce) oraz wodę.

Substancjami zagęszczającymi były (charakterystyki preparatów podane przez producentów):

1. Hydroksypropylofosforan diskrobiowy:

- hfd 1 – skrobia instant (stosowana na zimno) z kukurydzy woskowej (Ultra-TEX 2000 firmy National Starch & Chemical). Lepkość oznaczona w wiskografie Brabendera: 1400 BU min. (B113TR: 4,6 %, 30 °C, 10 min, pH 3), 1200 BU min. (B113TR: 4,6 %, 95 °C, pH 3);
- hfd 2 – skrobia z tapioki do gotowania (National Frigex firmy National Starch & Chemical). Temperatura kleikowania skrobi – 64 °C. Lepkość oznaczona w wiskografie Brabendera: 280-380 BU pik (B191: 6 % skrobi, 95 °C, pH 6), 50 BU min. wzrost (B191: 6 % skrobi, 95 °C, 10 min, pH 6).

2. Naturalne gumy:

- ksan – guma ksantanowa (firmy Arnaud Polska) o masie cząsteczkowej ok. $1000 \cdot 10^3$ Da, rozpuszczalna w zimnej wodzie;
- guar – guma guar (firmy Arnaud Polska) o masie cząsteczkowej $50 \cdot 10^3$ - $800 \cdot 10^3$ Da, rozpuszczalna w zimnej wodzie;
- mchś – mączka chleba świętojańskiego (firmy Arnaud Polska) o masie cząsteczkowej powyżej $300 \cdot 10^3$ Da, rozpuszczalna w temp. powyżej 85 °C.

Receptury emulsji majonezowych

Receptury emulsji niskotłuszczowych otrzymywanych metodą „na zimno” i „na gorąco” opracowano na podstawie specyfikacji poszczególnych preparatów. Zawartość składników we wszystkich emulsjach wynosiła (m/m): 5 % oleju, 1 % octu, 2,5 % cukru, 1,7 % soli, 2 % musztardy. Dodatek wody stanowił uzupełnienie składników do 100 %. Emulsje różniły się między sobą rodzajem i ilością zastosowanej substancji zagęszczającej (tab. 1). Emulsje majonezowe otrzymywano w homogenizatorze laboratoryjnym – młynku koloidalnym próżniowym typ HP-1,5 firmy PT-Masz.

Technologia emulsji majonezowych metodą „na zimno”

Przed właściwym procesem emulgowania mieszano cukier i sól. Surowce były automatycznie transportowane do mieszalnika za pomocą pompy próżniowej. Przepływomierzami dostarczano do układu wodę, ocet i olej. Olej wprowadzano stosując dwie szybkości dozowania ze względu na fakt, że początkowo olej należy dostarczać do układu powoli, a następnie sukcesywnie zwiększać szybkość podawania. Proces homogenizacji emulsji przebiegał przy zredukowanym ciśnieniu (o 24 - 48 % w stosunku do ciśnienia atmosferycznego). Prędkość homogenizacji wynosiła 3000 obr./min, a czas 90 s. Fazę wodną homogenizowano przez 60 s, a następnie fazę olejową z wodną przez 30 s; pod koniec homogenizacji dodawano ocet.

Tabela 1

Wielkości dodatku zagęstnika do emulsji majonezowych niskotłuszczowych.
Amounts of thickeners added to fat-low mayonnaise emulsions.

| Lp./Pos. | Metoda Method | Dodatek zagęstnika [%] Thickener addition [%] | | | | |
|----------|-------------------------|--|-------|-------|------|------|
| | | hfd 1 | hfd 2 | ksant | guar | mchś |
| 1 | Na zimno cold method | 7 | – | 0,3 | – | – |
| 2 | | 5 | – | 0,5 | – | – |
| 3 | | 3 | – | 0,7 | – | – |
| 4 | | 7 | – | – | 0,3 | – |
| 5 | | 5 | – | – | 0,5 | – |
| 6 | | 3 | – | – | 0,7 | – |
| 7 | Na gorąco hot method | - | 7 | – | – | 0,3 |
| 8 | | - | 5 | – | – | 0,5 |
| 9 | | | 3 | – | – | 0,7 |

Otrzymywanie emulsji majonezowych metodą „na gorąco”

W przypadku emulsji majonezowych otrzymywanych „metodą na gorąco” fazę wodną ogrzewano do temp. 95 °C, przetrzymywano w tej temp. przez 5 min, a następnie schładzano do temp. 25 °C. Tak przygotowaną fazę wodną poddawano homogenizacji, stosując takie same parametry, jak przy wytwarzaniu emulsji metodą „na zimno”.

Metody badań

W pracy oznaczano średnią wielkość i rozkład cząstek oraz lepkość dziewięciu emulsji różniących się dodatkami wpływającymi na ich stabilność (tab. 1).

Pomiar lepkości pozornej wykonywano przy użyciu reometru Rheotest-2 Typ RV 2 zgodnie z instrukcją urządzenia (1978). Pomiar przeprowadzano w temp. próbki 20 ± 1 °C Do cylindra pomiarowego odważano 15 g próbki i umieszczano w zestawie pomiarowym. Pomiarów dokonywano przy ustawieniu przełącznika zakresów w położeniu I, przekładni szybkości obrotów w pozycji 1. oraz dźwigni włącznikowej w położeniu a. Do pomiaru stosowano trzpień H. Zastosowana szybkość ścinania wynosiła 0,3333 s⁻¹. Pomiaru dokonywano odczytując wskazanie współczynnika kąтового α .

Lepkość emulsji majonezowych obliczono z równania:

$$\eta = Z \cdot \alpha / 10 \text{ Dr}$$

gdzie:

η – lepkość [Pa·s],

D_r – szybkość ścinania [s^{-1}],

Z – stała aparatu 24,428 [dyn/cm²].

Oznaczenie wielkości cząstek fazy zdyspergowanej metodą dyfrakcji laserowej dokonywano przy użyciu spektrometru laserowego Microtrac FRA/UPA (Leed's & Northrup, USA) zgodnie z instrukcją urządzenia. Wielkość cząstek oznaczano w ciągu 30 s. Wykonano trzy serie pomiarów każdej emulsji. Współczynnik dyspersji k obliczano z równania:

$$k = (a - b)/c$$

a – największa wielkość kropli tłuszczu w 90 % wszystkich cząstek,

b – największa wielkość kropli tłuszczu w 10 % wszystkich cząstek,

c – największa wielkość kropli tłuszczu w 50 % wszystkich cząstek.

Wszystkie oznaczenia powtarzano trzykrotnie, a wyniki opracowano statystycznie (analiza wariancji) przy użyciu programu komputerowego Statgraphics plus 4.1. Ocena istotności różnic pomiędzy średnimi wykonano testem Duncana przy $p < 0,05$.

Wyniki i dyskusja

Trudności związane z uzyskaniem produktów o obniżonej zawartości tłuszczu zmuszają technologów żywności do poszukiwania różnego rodzaju dodatków, które zapewniają odpowiednią stabilność m.in. majonezom niskotłuszczowym. W doświadczeniu otrzymano majonezy o obniżonej zawartości tłuszczu różniące się układem dodatków (rodzaj i ilość), mogących wpływać na rozkład i wielkość cząstek fazy zdyspergowanej oraz lepkość.

W tab. 2. przedstawiono: średnią wielkość kropelek oleju w emulsji, liczbę frakcji, współczynnik dyspersji i lepkość zmierzone po 24 h od wytworzenia emulsji.

Otrzymane emulsje charakteryzowały się zróżnicowaną lepkością od 58,6 do 175,9 Pa·s. Emulsje z dodatkiem hydroksypropylofosforanu diskrobiowego i gumy ksantanowej (w ilościach odpowiednio: 7 i 0,3 % oraz 5 i 0,5 %) charakteryzowały się największą lepkością (odpowiednio 175,9 i 131,9 Pa·s), emulsja z dodatkiem 3 % hfd 1 i 0,7 % gumy ksantanowej miała znacznie mniejszą lepkość (87,9 Pa·s), ale wszystkie te emulsje cechowały się dość wysoką średnią wielkością cząstek (tab. 2). Wielkość cząstek fazy zdyspergowanej zależy od wielu czynników, m.in. prędkości i czasu homogenizacji, dodatku emulgatora, innych składników emulsji, np. soli, lepkości fazy wodnej [2, 10, 14, 17]. Poza tym niejednokrotnie na rozkład i wielkość cząstek fazy rozproszonej emulsji wpływ mają warunki przechowywania emulsji [8]. W warunkach omawianej pracy wpływ na badane parametry miał dodatek hydrokolidów. Stopień dyspersji fazy tłuszczowej, a tym samym wielkość cząstek fazy zdyspergowanej, zależy od procesu homogenizacji, ale także od lepkości fazy ciągłej [11] i ma wpływ na właściwości emulsji, np. smak, konsystencję oraz stabilność. W przypadku emulsji

niskotłuszczowych faza wodna ma duży wpływ na lepkość końcową emulsji. Z kolei lepkość fazy wodnej istotnie wpływa na stopień dyspersji oleju; im ma ona większą lepkość, tym trudniejsze jest uzyskanie odpowiedniej dyspersji oleju [9].

Tabela 2

Charakterystyka emulsji.
Profile of emulsions.

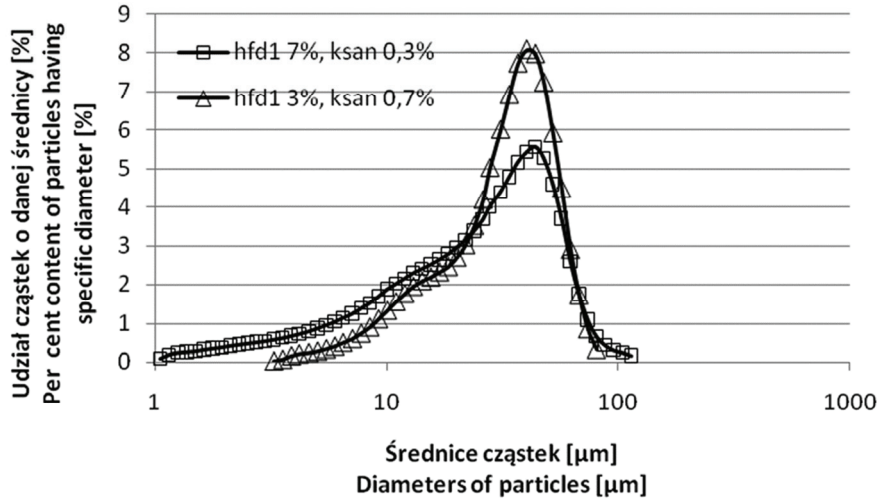
| Próbka Sample | Emulsja Emulsion | Liczba frakcji w emulsji Number of fractions in emulsion | Współczynnik dyspersji Dispersion index | Średnia wielkość cząstek Average particle size [μm] | Lepkość Viscosity [Pa·s] |
|------------------|---------------------|--|---|---|--------------------------------|
| 1 | hfd1 7%, ksan 0,3% | 1 | 1,82 | 31,72 ^c \pm 0,11 | 175,9 ⁱ \pm 0,90 |
| 2 | hfd1 5%, ksan 0,5% | 1 | 1,46 | 36,46 ^f \pm 0,13 | 131,9 ^f \pm 0,71 |
| 3 | hfd1 3%, ksan 0,7% | 1 | 1,24 | 35,63 ^e \pm 0,21 | 87,9 ^c \pm 0,23 |
| 4 | hfd1 7%, guar 0,3% | 3 | 3,41 | 24,90 ^a \pm 0,20 | 142,9 ^h \pm 0,71 |
| 5 | hfd1 5%, guar 0,5% | 1 | 1,16 | 32,37 ^d \pm 0,06 | 109,9 ^e \pm 0,28 |
| 6 | hfd1 3%, guar 0,7% | 3 | 2,02 | 27,08 ^b \pm 0,07 | 68,4 ^b \pm 0,09 |
| 7 | hfd2 7%, mchś 0,3% | 2 | 1,32 | 42,66 ^g \pm 0,08 | 134,4 ^g \pm 0,72 |
| 8 | hfd2 5%, mchś 0,5% | 1 | 1,21 | 44,33 ^h \pm 0,21 | 100,2 ^d \pm 0,05 |
| 9 | hfd2 3%, mchś 0,7% | 1 | 1,16 | 42,03 ^g \pm 0,22 | 58,6 ^a \pm 0,06 |

Objaśnienia: / Explanatory notes:

Różne litery (a, b, c...) w tej samej kolumnie oznaczają różnice statystycznie istotne ($p < 0,05$) / Different letters (a, b, c...) in the same column denote statistically significant differences ($p < 0,05$).

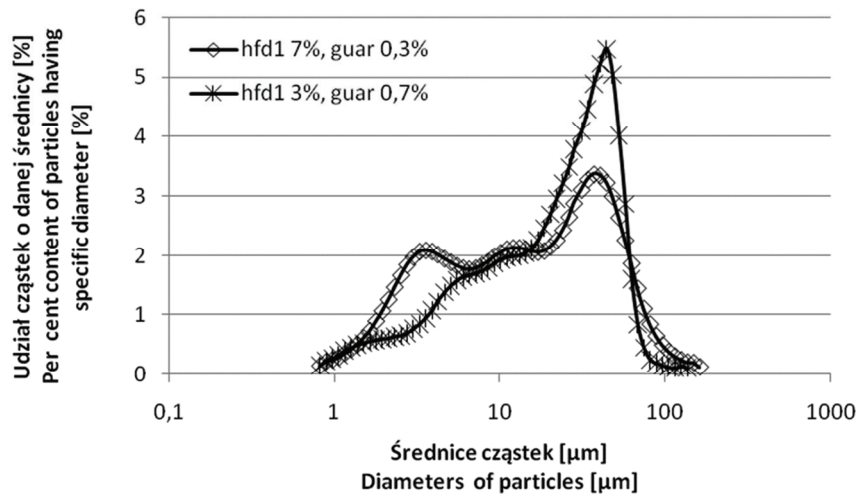
Współczynniki dyspersji emulsji z dodatkiem hydroksypropylofosforanu diskrobowego i gumy ksantanowej (w ilościach odpowiednio: 7 i 0,3 % oraz 5 i 0,5 %) i emulsji z dodatkiem 3 % hfd1 i 0,7 % gumy ksantanowej przyjmowały stosunkowo małe wartości, co świadczy o tym, że krople tłuszczu były zbliżone do siebie pod względem wielkości. Również we wszystkich tych emulsjach można było wyróżnić jedną frakcję (rys. 1). Na podstawie przytoczonych powyżej wyników można wnioskować, że guma ksantanowa, niezależnie od wielkości dodatku, utrudnia dyspersję tłuszczu – krople tłuszczu mają duże rozmiary oraz są zbliżone do siebie pod względem wielkości.

W emulsjach z dodatkiem gumy guar rozkład wielkości kropeł oleju był bardziej zróżnicowany. Emulsja z dodatkiem 7 % hfd1 i 0,3 % gumy guar charakteryzowała się średnią wielkością cząstek wynoszącą 24,90 μm , zbliżoną do średniej wielkości cząstek emulsji z dodatkiem 3 % hfd1 i 0,7 % gumy guar (27,08 μm). Współczynnik



Rys. 1. Udział cząstek o danej średnicy i ich rozkład w niskotłuszczowej emulsji majonezowej, zawierającej dodatek 7 % hfd1 i 0,3 % gumy ksantanowej oraz w emulsji zawierającej dodatek 3 % hfd1 i 0,7 % gumy ksantanowej, po 24 h od wytworzenia.

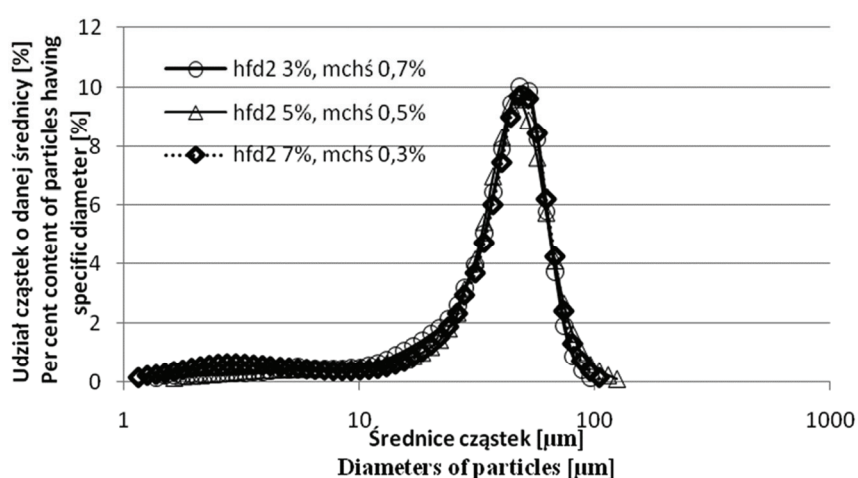
Fig. 1. Per cent content of particles showing a specific diameter and their distribution in the low-fat mayonnaise emulsion containing 7 % of hfd1 and 0.3 % of xanthan gum added and in the emulsion with 3 % of hfd1 and 0.7 % of xanthan gum, 24 h after manufacturing.



Rys. 2. Udział cząstek o danej średnicy i ich rozkład w niskotłuszczowej emulsji majonezowej, zawierającej dodatek 7 % hfd1 i 0,3 % gumy guar oraz w emulsji zawierającej dodatek 3 % hfd1 i 0,7 % gumy guar, po 24 h od wytworzenia.

Fig. 2. Per cent content of particles showing a specific diameter their distribution in the low-fat mayonnaise emulsion with 7 % of hfd1 and 0.3 % of guar gum added and in the emulsion with 3 % of hfd1 and 0.7 % of guar gum, 24 h after manufacturing.

dyspersji tych emulsji był stosunkowo wysoki (tab. 1) i można było wyróżnić w nich 3 frakcje (rys. 2). Natomiast emulsja z dodatkiem 5 % hfd1 i 0,5 % gumy guar charakteryzowała się wyższą średnią wielkością cząstek (32,37 μm) i niższym współczynnikiem dyspersji, a także wyróżniono w niej tylko jedną frakcję. Fakt ten świadczy o niskim stopniu zdyspergowania tłuszczu w tej emulsji. Zatem w przypadku emulsji z dodatkiem gumy guar stwierdzono, że na stopień dyspersji fazy olejowej ma wpływ wielkość dodatku gumy guar (im większy, tym bardziej utrudniona dyspersja), ale równocześnie i lepkość emulsji (im mniejsza, tym łatwiejsza dyspersja oleju).



Rys. 3. Udział cząstek o danej średnicy i ich rozkład w niskotłuszczowej emulsji majonezowej, zawierającej dodatek 7 % hfd2 i 0,3 % mchś, w emulsji zawierającej dodatek 5 % hfd1 i 0,5 % mchś oraz w emulsji zawierającej 3 % hfd2 i 0,7 % mchś, po 24 h od wytworzenia.

Fig. 3. Per cent content of particles with specific diameters and their distribution in low-fat mayonnaise emulsion with 7 % of hfd1 and 0.3 % of mchś added, in the emulsion with 5 % of hfd1 and 0.5 % of mchś added, and in the emulsion with 3 % of hfd1 and 0.7 % of mchś, 24 h after manufacturing.

W przypadku emulsji otrzymywanych „na gorąco” z dodatkiem hydroksypropylofosforanu kleikującego na gorąco (hfd2) i dodatku teksturotwórczego (mączki chleba świętojańskiego – mchś) emulsje, niezależnie od zastosowanej proporcji skrobi do drugiego hydrokoloidu, charakteryzowały się najwyższymi średnimi wielkościami cząstek tłuszczu, mimo że ich lepkość była porównywalna lub mniejsza niż emulsji otrzymywanych „na zimno” o analogicznym dodatku substancji zagęszczających. Miały one również stosunkowo niski współczynnik dyspersji, co może świadczyć o zbliżonych rozmiarach cząstek tłuszczu. W emulsjach tych wyróżniono jedną lub dwie frakcje (rys. 3). Analizując powyższe spostrzeżenia można przypuszczać, że w przypadku emulsji otrzymywanych „na gorąco” trudno jest zdyspergować fazę olejową w fazie

wodnej, do otrzymywania takich emulsji należałoby zastosować inne parametry homogenizacji, np. większą liczbę obrotów lub wydłużyć czas procesu. Jednak odnosząc się do parametrów charakteryzujących rozkład emulsji czyli liczbę frakcji, współczynnik dyspersji oraz analizując lepkość i średnią wielkość cząstek emulsji układ zawierający hydroksypropylofosforan diskrobiowy stosowany „na gorąco” (w ilości 3 %) z dodatkiem mączki chleba świętojańskiego (w ilości 0,7 %) jest bliski układowi monodispersyjnemu i dlatego wydaje się być emulsją o najlepiej dobranym składzie.

Wnioski

1. Emulsje otrzymywane metodą „na zimno” z większym dodatkiem hydroksypropylofosforanu diskrobiowego i mniejszym dodatkiem drugiego hydrokoloidu (gumy ksantanowej, guar), mimo wysokiej lepkości, charakteryzowały się mniejszą wielkością cząstek i wyższym współczynnikiem dyspersji w porównaniu do emulsji z mniejszą ilością skrobi i z większym dodatkiem drugiego hydrokoloidu (pomimo mniejszej lepkości). Na tej podstawie można przypuszczać, że dodatek gumy ksantanowej i guar utrudnia dyspersję fazy olejowej. Należy więc uwzględnić ten fakt w doborze czasu i szybkości homogenizacji emulsji z tymi hydrokoloidami.
2. W emulsjach otrzymywanych „na gorąco” trudniej jest, w porównaniu do metody „na zimno”, dyspergować olej w fazie wodnej, prawdopodobnie jest to związane z tworzeniem się silnych wiązań między hydrokoloidami fazy wodnej podczas jej podgrzewania.
3. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że emulsja zawierająca hydroksypropylofosforan diskrobiowy stosowany „na gorąco” (w ilości 3 %) z dodatkiem mączki chleba świętojańskiego (w ilości 0,7 %) jest układem o najlepiej dobranym składzie.

Literatura

- [1] Buffo R.A., Reineccius G.A., Oehlert G.W.: Factors affecting the emulsifying and rheological properties of gum acacia in beverage emulsion. *Food Hydrocolloids*, 2001, **15**, 53-66.
- [2] Chanamai R., McClements D.J.: Creaming stability of flocculated monodisperse oil-in-water emulsions. *J. Colloid Int. Sci.*, 2000, **225**, 214-218.
- [3] Chanami R., McClements D.J.: Depletion flocculation of beverage emulsions by gum Arabic and modified starch. *J. Food Sci.*, 2001, **66** (3), 457-463.
- [4] 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.
- [5] Dickinson E., Elverson D.J., Murray B.S.: On the film-forming and emulsion-stabilizing properties of gum Arabic: dilution and flocculation aspects. *Food Hydrocolloids*, 1989, **3** (2), 101-114.
- [6] Dłużewska E., Leszczyński K.: Stabilność i cechy reologiczne emulsji napojowych z dodatkiem gumy ghatti. *Postępy Techniki Przetw. Spoż.*, 2006, **1**, 21-24

- [7] Goudappel G.J.W., van Duynhoven J.P.M., Mooren M.M.W.: Measurement of oil droplet size distributions in food oil/water emulsions by time domain pulsed field gradient NMR. *J. Colloid Int. Sci.*, 2001, **239**, 535-542.
- [8] Gruczyńska E., Kowalski B., Kowalska M., Śmiechowski K.: Charakterystyka wybranych majonezów oraz wpływ temperatury i czasu przechowywania na ich stabilność. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **4 (49)**, 154-166.
- [9] Huang X., Kakuda Y., Cui W.: Hydrocolloids in emulsions: particle size distribution and interfacial activity. *Food Hydrocolloids*, 2001, **15**, 533-542.
- [10] Kowalska M., Górecka A., Śmiechowski K., Krygier K.: Fizyczna stabilność emulsji niskotłuszczowej w zależności od zastosowanych hydrokoloidów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2006, **2 (47) Supl.**, 143-152.
- [11] Langton M., Jordansson E., Altskär A., Sørensen Ch., Hermansson A.-M.: Microstructure and image analysis of mayonnaises. *Food Hydrocolloids*, 1999, **13**, 113-125.
- [12] Mengual O., Meunier G., Cayre I., Puech K., Snabre P.: Turbiscan M.A.: 2000 multiple light scattering measurement for concentrated emulsion and suspension instability analysis. *Talanta*, 1999, **50**, 445-456.
- [13] McClements D.J.: *Food emulsion: Principles, practice and techniques*. Second edition. CRC Press LLC, New York 1999.
- [14] Pal R.: Rheology of high internal phase ratio emulsions. *Food Hydrocolloids*, 2006, **20**, 997-1005.
- [15] Pal R.: Viscosity models for multiple emulsions. *Food Hydrocolloids*, 2008, **22**, 428-438.
- [16] Roland I., Piel G., Delattre L., Evrard B.: Systematic characterization of oil-in-water emulsions for formulation design. *Inter. J. Pharmaceutics*, 2003, **263 (1-2)**, 85-94.
- [17] Saitoa M., Yin L., Kobayashic I., Nakajima M.: Comparison of stability of bovine serum albumin-stabilized emulsions prepared by microchannel emulsification and homogenization. *Food Hydrocolloids*, 2006, **20**, 1020-1028.
- [18] Schubert H., Ax K., Behrend O.: Product engineering of dispersed systems. *Trends in Food Sci. Technol.*, 2003, **14**, 9-16.
- [19] Sharma S.C.: Gums and hydrocolloids in oil-water emulsion. *Food Technol.*, 1981, **1**, 59-67.
- [20] Ursica L., Tita D., Palici I., Tita B., Vlaia V.: Particle size analysis of some water/oil/water multiple emulsions. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 2005, **37**, 931-936.

EFFECT OF SELECTED THICKENERS ON OIL DROPLET-SIZE DISTRIBUTION IN LOW-FAT EMULSIONS

S u m m a r y

The objective of the paper was to determine the effect of the amount added, kind, and system of the thickeners applied on the oil droplet size distribution in low-fat emulsions. The following thickeners were applied in the analysis: hydroxyphosphate distarch (instant starch from waxen corn, and starch from tapioca), natural gums (xanthan gum, guar, and carob starch). The following was determined in the fat emulsions: viscosity, distribution, and the average droplet size. The dispersion index was determined.

It was found that the low-fat mayonnaise containing the additions: 3 % of hydroxyphosphate distarch (planned for cooking) and 0.7 % of carob starch was the most appropriately formulated emulsion.

Key words: low-fat emulsions, thickeners, viscosity, particle size 