

ALEKSANDRA SUŁEK, EWA DOMIAN

WPLYW CIŚNIENIA HOMOGENIZACJI NA ZAWARTOŚĆ TŁUSZCZU POWIERZCHNIOWEGO W SUSZONYCH ROZPYŁOWO EMULSJACH STABILIZOWANYCH BIAŁKAMI MLEKA

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu ciśnienia homogenizacji na zawartość tłuszczu powierzchniowego w suszonych rozpyłowo emulsjach o/w stabilizowanych białkami mleka. Badano emulsje, w których proporcja składnika białkowego (izolat białek serwatkowych – min. 95 % białka lub kazeinian sodu), węglowodanowego (maltodekstryna DE 28 lub trehaloza) i tłuszczowego (olej rzepakowy) wynosiła 30 : 40 : 30. Zawartość tłuszczu wolnego na powierzchni cząstek proszków zmniejszała się wraz ze zwiększaniem ciśnienia homogenizacji emulsji i zależnie od rodzaju składnika białkowego i węglowodanowego wynosiła 4,31 - 7,46 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa, 2,67 - 3,88 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 45 MPa oraz 1,61 - 2,33 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 65 MPa. Sproszkowane emulsje były proszkami drobnociąskowymi i słabo sypkimi, ale stosunkowo łatwo dyspergowanymi w wodzie.

Słowa kluczowe: tłuszcz powierzchniowy, emulsja, suszenie rozpyłowe, homogenizacja, mikroapsułkowanie

Wprowadzenie

Dostępność na rynku różnorodnych preparatów białek mleka, ich duża wartość odżywcza i bardzo korzystne właściwości funkcjonalne (zdolności emulgujące, pianotwórcze i żelifikujące) decydują o ich przydatności w technologii wielu produktów, w tym koncentratów spożywczych, odżywek oraz wyrobów mlekopodobnych [15]. Najważniejsze dostępne preparaty białek mleka to koncentraty białek mleka, kazeinian sodu i wapnia oraz koncentraty i izolaty białek serwatkowych. Poprzez suszenie rozpyłowe emulsji typu olej w wodzie stabilizowanych białkami mlecznymi uzyskuje się preparaty białkowo-tłuszczowe w proszku, które mogą mieć wiele zastosowań w roz-

wijającym się przemyśle spożywczym i projektowaniu nowych produktów [10]. Do ogromnych zalet wynikających ze sproszkowanej formy emulsji, oprócz redukcji masy i kosztów związanych z magazynowaniem, transportem, opakowaniem, jest ułatwienie dawkowania i mieszania składnika tłuszczowego z innymi proszkami [6]. Sproszkowane preparaty białkowo-tłuszczowe znajdują szerokie zastosowanie w produkcji zup, sosów, ciastek, zabielaaczy do napojów, jako źródło tłuszczu [8, 15].

Kapsułkowanie polega na wytworzeniu takiej otoczki wokół substancji kapsułkowanej (materiału rdzenia), która gwarantuje jej dobrą trwałość i możliwość uwalniania się w sposób kontrolowany w określonych warunkach. Idealny materiał ścianki stosowany do mikrokapsułkowania substancji lipidowych powinien zabezpieczyć je przed utlenianiem. Skuteczną matrycą ścianki w mikrokapsułkowaniu metodą suszenia rozpyłowego stanowią amorficzne struktury cukrów, formujące się na skutek szybkiego usuwania wody podczas suszenia [1, 13]. Tak więc efektywne mikrokapsułkowanie lipidów można uzyskać w wyniku suszenia rozpyłowego emulsji oleju czy tłuszczu, w której białko jest emulgatorem, a rozpuszczalny w wodzie materiał, nie wykazujący właściwości emulgujących, jak cukier czy hydrolizowana skrobia, spełnia rolę wypełniacza w tworzeniu stałej matrycy [8, 15].

Oprócz zabezpieczenia składnika tłuszczowego przed utlenianiem, od kapsułkowanego produktu w proszku oczekuje się również właściwości użytkowych. Do pożądanых cech odwodnionych emulsji, do postaci suchego proszku, należy możliwość odtworzenia pierwotnej emulsji po rekonstytucji proszku w wodzie ze względu na wielkość i rozmieszczenie kuleczek tłuszczowych, niska higroskopijność [3, 4, 11, 15].

Efektywność mikrokapsułkowania wyrażona zawartością tłuszczu na powierzchni cząstek zależy od wymiarów kuleczek tłuszczowych. Emulsje o małych kuleczkach są efektywniej mikrokapsułkowane niż o dużych. W praktyce doświadczalnej przed suszeniem rozpyłowym emulsje poddaje się homogenizacji, aby otrzymać jak najmniejsze ($\sim 1 \mu\text{m}$) i jednorodne kuleczki tłuszczu [16].

Homogenizacja ciśnieniowa polega na przetłoczeniu emulsji pod wysokim ciśnieniem przez wąską szczelinę w homogenizatorze. Na wielkość kuleczek tłuszczowych wywierają wpływ zastosowane ciśnienie i liczba stopni homogenizacji, temperatura homogenizacji oraz zawartość tłuszczu. Białka muszą w dostatecznym tempie adsorbować się na powierzchni powstałych po homogenizacji nowych kuleczkach tłuszczowych, by zapobiec ich wzajemnej interakcji. Gdy zawartość tłuszczu jest duża, szybkość adsorpcji białek może być zbyt mała, aby zapewnić pokrycie całej powierzchni kuleczek [2, 7, 9].

Celem pracy było określenie wpływu ciśnienia homogenizacji na zawartość tłuszczu powierzchniowego w suszonych rozpyłowo emulsjach o/w stabilizowanych białkami mleka.

Material i metody badań

Materiał do badań stanowiły suszone rozpyłowo emulsje typu o/w, w których proporcja składnika białkowego (izolat białek serwatkowych lub kazeinian sodu), węglowodanowego (maltodekstryna lub trehaloza) i tłuszczowego (olej rzepakowy) wynosiła 30 : 40 : 30. Do sporządzenia emulsji wykorzystano następujące surowce: maltodekstryna DE 28 (Amylon, Czechy), trehaloza (Hortimex, Polska), izolat białek serwatkowych (Davisco, USA, min. 95 % białka), kazeinian sodu (Agnex, Polska), olej rzepakowy (ZT „Kruszwica” S.A.).

Wstępną emulsję o koncentracji suchej masy 30 % sporządzano przy użyciu mieszadła laboratoryjnego IKA Labortechnik (rozpuszczenie składnika białkowego i węglowodanowego w wodzie o temp. 50 °C, 50 min, 200 obr./min) i homogenizatora mechanicznego Ultra Turrax T25/ IKA Labortechnik (dodatek oleju, wstępna homogenizacja, 2 min, 1300 obr./min). Właściwą homogenizację emulsji o temp. 30 °C prowadzono w laboratoryjnym homogenizatorze ciśnieniowym NS 1001L/Niro Soavi przy ciśnieniu 25, 45 lub 65 MPa. Bezpośrednio po homogenizacji ciśnieniowej emulsje poddawano suszeniu rozpyłowemu w suszarce rozpyłowej, typ S1 firmy Anhydro A/S Søborg, Dania, przy temp. powietrza wlotowego 160 ± 2 °C i wylotowego 60 ± 2 °C oraz prędkości obrotowej dysku rozpylającego 38000 obr./min. Temperatura powietrza wylotowego regulowana była natężeniem przepływu emulsji, doprowadzanej do dysku rozpylającego za pomocą pompy perystaltycznej. Do emulsji w proszku dodano 0,8 % krzemionki Aerosil 200, Degussa AG, Niemcy.

Właściwości fizyczne emulsji w proszku oznaczano stosując metody opracowane dla proszku mlecznego [14]. Zawartość tłuszczu na powierzchni cząstek emulsji w proszku (Tp) oznaczano poprzez ekstrakcję oleju z 10 g proszku, używając jako rozpuszczalnika 50 ml eteru naftowego. Zwilżalność Z w wodzie o temp. 20 i 40 °C oznaczano jako czas potrzebny do zwilżenia wszystkich cząstek proszku zawartych w 13 g masy. Dyspergowalność D oznaczano jako czas odtworzenia 13 g proszku w 100 ml wody o temp. 20 i 40 °C z zastosowaniem ręcznego mieszania.

Gęstość cząstek ρ wyznaczano przy użyciu piknometru helowego Stereopycnometer/Quantachrome Instruments. Gęstość nasypową luźną ρ_L (gęstość nasypowa materiału luźno usypanego) i gęstość nasypową utręzioną ρ_T (gęstość nasypowa materiału upakowanego 1250 standardowymi postukiwaniem) oznaczano z wykorzystaniem objętościomierza wstrząsowego STAV 2003/Engelsmann AG, Niemcy. Na podstawie gęstości ρ , ρ_L , ρ_T obliczano porowatość złoża luźno usypanego i utręzionego z zależ-

$$\text{ności: } \varepsilon_L = 1 - \frac{\rho_L}{\rho} \text{ i } \varepsilon_T = 1 - \frac{\rho_T}{\rho} .$$

Sypkość wyrażano współczynnikiem Hausnera HR , jako stosunek gęstości nasypowych z zależności: $HR = \frac{\rho_T}{\rho_L}$.

Zawartość wody oznaczano metodą suszarkową (102 °C, 4 h). Aktywność wody w temperaturze 25 ± 2 °C oznaczano przy użyciu aparatu Rotronic model Hygroskop DT. Wszystkie analizy wykonywano, w co najmniej dwóch powtórzeniach.

Wyniki i dyskusja

Na podstawie otrzymanych wyników (tab. 1) stwierdzono, że zawartość wolnego tłuszczu na powierzchni cząstek proszków zmniejszała się wraz ze zwiększeniem ciśnienia homogenizacji i zależnie od rodzaju składnika białkowego i węglowodanowego wynosiła: 4,31 - 7,46 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa, 2,67 - 3,88 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 45 MPa oraz 1,61 - 2,33 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 65 MPa. Analiza wariancji wykazała, że emulsje w proszku otrzymane przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa różniły się statystycznie istotnie ($\alpha = 0,05$), pod względem zawartości wolnego tłuszczu na powierzchni cząstek, od emulsji w proszku badanych przy ciśnieniu homogenizacji 45 i 65 MPa. Podobne zależności uzyskano w innych badaniach. Przykładowo, Millqvist-Fureby [12] badała suszone rozpyłowo emulsje, które zawierały w składzie: 40 % laktozy, 30 % kazeinianu sodu oraz 30 % oleju rzepakowego i palmowego zmieszanych w różnych proporcjach. Zauważono, że wyższemu ciśnieniu homogenizacji odpowiadała mniejsza zawartość wolnego tłuszczu na powierzchni proszków. Przy ciśnieniu homogenizacji 8 MPa tłuszcz powierzchniowy wynosił około 12 g/100 g proszku, a przy ciśnieniu 65 MPa wynosił 0,99 g/100 g proszku.

Właściwości użytkowe preparatów tłuszczowych w proszku związane z odtwarzaniem w wodzie oraz dozowaniem i transportem, w znacznym stopniu mogą zależeć od ilości wolnego tłuszczu na powierzchni suchych cząstek [8, 15]. Nie zaobserwowano istotnego wpływu ciśnienia homogenizacji emulsji na ich właściwości fizyczne po suszeniu (tab. 1).

Zawartość wody W w badanych emulsjach w proszku była porównywalna i wynosiła 2,2 - 4,4 %, co odpowiadało aktywności wody a_w 0,08 - 0,11.

Gęstość pozorna cząstek to stosunek masy cząstki do jej objętości zmniejszonej o objętość porów otwartych. Gęstość cząstek ρ zależnie od rodzaju składnika białkowego i węglowodanowego wynosiła: 850 - 1512 kg/m³ przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa, 764 - 1466 kg/m³ przy ciśnieniu homogenizacji 45 MPa, 803 - 1415 kg/m³ przy ciśnieniu homogenizacji 65 MPa (tab. 1). Stwierdzono, że niezależnie od zastosowanego ciśnienia homogenizacji, gęstość cząstek sproszkowanych emulsji była naj-

większa w proszkach zawierających w składzie trehalozę i izolat białek serwatkowych, a najmniejsza w proszkach zawierających maltodekstrynę i kazeinian sodu (tab. 1).

Gęstość nasypowa silnie zależy od upakowania cząstek i zwiększa się wraz z rosnącym upakowaniem materiału sypkiego. Gęstość nasypowa luźna ρ_L i utrzęsiona ρ_T badanych emulsji w proszku wynosiła odpowiednio 285 - 360 i 372 - 466 kg/m³ (tab. 1). Emulsje w proszku zawierające kazeinian sodu i maltodekstrynę charakteryzowały się mniejszą gęstością luźną i utrzęsioną niż zawierające w składzie izolat białek serwatkowych i trehalozę.

Z gęstością nasypową i gęstością cząstek związana jest porowatość złoża materiału sypkiego, obejmująca zewnętrzną międzyziarnową porowatość, czyli system pustych przestrzeni pomiędzy poszczególnymi cząstkami [5]. Porowatość złoża luźno usypanego ε_L badanych emulsji w proszku przyjmowała wartości w zakresie 0,62 - 0,77. Porowatość złoża upakowanego ε_T badanych proszków wynosiła 0,51 - 0,70 (tab. 1). Emulsje sproszkowane, które zawierały w składzie trehalozę wykazywały wyższe wartości porowatości luźnej niż te, w których występowała maltodekstryna. Zmiana maltodekstryny na trehalozę oraz kazeinianu sodu na izolat białek serwatkowych w składzie emulsji wiązała się ze wzrostem porowatości złoża luźno usypanego i upakowanego.

Wskaźnikiem sypkości proszków jest współczynnik Hausnera HR . Proszki charakteryzujące się współczynnikiem Hausnera mniejszym od 1,25 określane są jako proszki o dobrej sypkości. Jeśli współczynnik HR jest większy od 1,4 to jest prawdopodobne, że proszek ma wszystkie właściwości spójnego proszku [6]. Współczynnik Hausnera badanych sproszkowanych emulsji przyjmował wartości w zakresie 1,26 - 1,32 i klasyfikuje je jako proszki o słabej sypkości (tab. 1).

Zmniejszenie zawartości tłuszczu na powierzchni cząstek wraz ze wzrostem ciśnienia homogenizacji nie powodowało istotnych zmian we właściwościach rekonstrykcyjnych w wodzie. Dyspergowalność emulsji w proszku w wodzie o temp. 20 °C znajdowała się w zakresie 229 - 251 s, a w temp. 40 °C 81 - 107 s. Na dyspergowalność emulsji w proszku miała wpływ temperatura wody. Zwilżalność sproszkowanych emulsji w wodzie, zarówno w temp. 20, jak i 40 °C wynosiła ponad 600 s (tab. 1).

Tabela 1

Właściwości fizyczne suszonych rozpyłowo emulsji stabilizowanych białkami mleka.
Physical properties of spray - dried emulsions stabilized with milk proteins.

Rodzaj emulsji * Type of emulsion	Ciśnienie homogenizacji Homogenization pressure [MPa]	Zawartość oleju powierzchniowego Surface oil content [g/100g proszku]	Zawartość wody Water content [%]	Aktywność wody Water activity a_w [-]	Gęstość cząstek Particle density ρ [kg/m ³]	Gęstość nasypowa luzna Loose bulk density ρ_L [kg/m ³]	Gęstość nasypowa utrzęciona Tapped bulk density ρ_T [kg/m ³]	Współczynnik Hausnera Hausner ratio HR [-]	Porowatość luzna Loose porosity ε_L [-]	Porowatość utrzęciona Tapped porosity ε_T [-]	Zwilżalność Wettability $Z_{20^\circ C, 40^\circ C}$ [s]	Dyspergowalność Dispersibility	
												$D_{20^\circ C}$ [s]	$D_{40^\circ C}$ [s]
1	25	4,94 ± 0,12	3,57 ± 0,11	0,113 ± 0,001	1057 ± 16	337 ± 7	444 ± 9	1,32 ± 0,00	0,68 ± 0,01	0,58 ± 0,02	>600	229 ± 3	93 ± 3
2	25	4,31 ± 0,55	2,17 ± 0,66	0,094 ± 0,002	1512 ± 33	355 ± 8	451 ± 8	1,27 ± 0,02	0,77 ± 0,01	0,70 ± 0,01	>600	246 ± 4	81 ± 6
3	25	5,97 ± 0,05	3,26 ± 0,01	0,102 ± 0,001	850 ± 46	302 ± 3	379 ± 2	1,26 ± 0,01	0,64 ± 0,02	0,55 ± 0,03	>600	251 ± 4	103 ± 7
4	25	7,46 ± 0,15	3,62 ± 0,54	0,084 ± 0,001	1153 ± 55	296 ± 2	379 ± 6	1,28 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,67 ± 0,01	>600	243 ± 7	88 ± 7
1	45	2,86 ± 0,06	4,46 ± 0,76	0,094 ± 0,002	1033 ± 27	332 ± 2	439 ± 3	1,32 ± 0,00	0,68 ± 0,01	0,58 ± 0,01	>600	241 ± 7	88 ± 2
2	45	3,88 ± 0,03	2,69 ± 0,04	0,084 ± 0,001	1466 ± 54	360 ± 13	457 ± 9	1,27 ± 0,02	0,75 ± 0,02	0,69 ± 0,02	>600	249 ± 4	90 ± 5
3	45	3,56 ± 0,81	3,54 ± 0,11	0,106 ± 0,004	764 ± 60	288 ± 2	376 ± 3	1,31 ± 0,00	0,62 ± 0,03	0,51 ± 0,04	>600	232 ± 5	107 ± 3

c.d. tab. 1.

4	45	2,67 ± 0,50	2,93 ± 0,18	0,098 ± 0,001	1155 ± 51	315 ± 8	411 ± 2	1,31 ± 0,03	0,73 ± 0,01	0,64 ± 0,02	>600	245 ± 2	99 ± 7
1	65	1,61 ± 0,01	3,80 ± 0,11	0,093 ± 0,001	1096 ± 41	352 ± 1	466 ± 6	1,32 ± 0,01	0,68 ± 0,01	0,57 ± 0,02	>600	233 ± 3	92 ± 3
2	65	2,33 ± 0,18	2,53 ± 0,02	0,084 ± 0,001	1415 ± 45	354 ± 36	460 ± 44	1,30 ± 0,01	0,75 ± 0,03	0,67 ± 0,03	>600	250 ± 5	96 ± 5
3	65	1,84 ± 0,13	3,66 ± 0,21	0,112 ± 0,001	803 ± 49	290 ± 3	372 ± 3	1,28 ± 0,02	0,64 ± 0,03	0,54 ± 0,03	>600	251 ± 4	101 ± 4
4	65	1,71 ± 0,15	3,26 ± 0,13	0,095 ± 0,001	1144 ± 30	285 ± 71	373 ± 94	1,31 ± 0,01	0,75 ± 0,06	0,67 ± 0,08	>600	239 ± 3	94 ± 4

* 1 – emulsja stabilizowana izolatem białek serwatkowych z dodatkiem maltodekstryny / emulsion stabilized by whey protein isolate with maltodextrin; 2 – emulsja stabilizowana izolatem białek serwatkowych z dodatkiem trehalozy / emulsion stabilized by whey protein isolate with trehalose; 3 – emulsja stabilizowana kazeinianem sodu z dodatkiem maltodekstryny / emulsion stabilized by caseinate sodium with maltodextrin; 4 - emulsja stabilizowana kazeinianem sodu z dodatkiem trehalozy / emulsion stabilized by caseinate sodium with trehalose.

Wnioski

1. Zawartość wolnego tłuszczu na powierzchni cząstek suszonych rozpyłowo emulsji zmniejszała się wraz ze zwiększeniem ciśnienia homogenizacji i zależnie od rodzaju składnika białkowego i węglowodanowego wynosiła: 4,31 - 7,46 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 25 MPa, 2,67 - 3,88 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 45 MPa oraz 1,61 - 2,33 g/100 g proszku przy ciśnieniu homogenizacji 65 MPa.
2. Sproszkowane emulsje stabilizowane kazeinianem sodu lub izolatami białek serwatkowych były proszkami słabo sypkimi, ale stosunkowo łatwo dyspergowalnymi w wodzie.
3. Zmniejszenie zawartości wolnego tłuszczu wraz ze wzrostem ciśnienia homogenizacji emulsji nie powodowało istotnych zmian we właściwościach rekonstruktacyjnych proszków w wodzie.

Literatura

- [1] Bhandari B.R., Howes T.: Implication of glass transition for the drying and stability of dried food. *J. Food Eng.*, 1999, **40** (1-2), 71-79.
- [2] Burgaud I., Dickinson E., Nelson P.V.: An improved high-pressure homogenizer for a making fine emulsions on a small scale. *Int. J. Food. Sci. Tech.* 1990, **25** (1), 39-46.
- [3] Dalgleish D. G.: Food emulsions their structures and structure forming properties. *Food Hydrocoll.*, 2006, **20** (4), 415-422.
- [4] Dollo G., Le Corre P., Guerin A., Chevanne F., Burgot J.L., Leverge R.: Spray-dried redispersible o/w emulsions to improve oral bioavailability of poorly soluble drugs. *Eur. J. Pharm. Sci.*, 2003, **19** (4), 273-280.
- [5] Domian E.: Właściwości fizyczne modelowej żywności w proszku w aspekcie metody aglomeracji. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, **4** (45), 87-97.
- [6] Domian E.: Sypkość aglomerowanej modelowej żywności w proszku. *Acta Agrophysica.*, 2005, **6** (3), 605-615.
- [7] Elwell M.W., Roberts R.F., Coupland J. N.: Effect of homogenization and surfactant type on the exchange of oil between emulsion droplets. *Food Hydrocoll.*, 2004, **18** (3), 413-418.
- [8] Fäldt P., Bergenstahl B.: Spray-dried whey protein /lactose /soybean oil emulsions. Surface composition and particle structure. *Food Hydrocoll.*, 1996, **10** (4), 421-429.
- [9] Kielczewska K., Kruk A.: Technologiczne aspekty homogenizacji mleka. *Przeegl. Mlecz.* 1996, **4**, 117-121.
- [10] Keogh M.K., O'Kennedy B.T.: Milk fat microencapsulation using whey proteins. *Int. Dairy J.*, 1999, **9** (9), 657-663.
- [11] Keogh M.K., O'Kennedy B.T., Kelly J., Auty M.A., Kelly P.M., Fureby A.: Stability to oxidation of spray-dried fish oil powder microencapsulated using milk ingredients. *J. Food Sci.*, 2001, **66** (2), 217-224.
- [12] Millqvist-Fureby A.: Characterisation of spray-dried emulsions with mixed fat phases. *J. Dairy Sci.*, 2003, **31** (1-4), 65-79.

- [13] Ross, Y.H., Karel M., Kokini J.L.: Glass transitions in low moisture and frozen foods: Effect on shelf life and quality. *Food Technol.*, 1996, **50** (11), 95-108.
- [14] Soerensem J.H., Krag J., Pisecky J., Westergaard V.: Analytical methods for dry milk products. A/S Niro Atomizer Copenhagen, Denmark, 1978.
- [15] Vega C., Ross Y.H.: Invited review: Spray-dried dairy and dairy-like – emulsions compositional considerations. *J. Dairy Sci.*, 2006, **89** (2), 383-401.
- [16] Vignolles M.L., Lopez C., Madec M.N., Ehrhardt J.J., Mejean S., Schuck P., Jeantet R.: Fat properties during homogenization, spray-drying, and storage affect the physical properties of dairy powders. *J. Dairy Sci.*, 2009, **92** (1), 58-70.

EFFECT OF HOMOGENIZATION PRESSURE ON SURFACE FAT CONTENT IN SPRAY-DRIED EMULSIONS STABILIZED WITH MILK PROTEINS

S u m m a r y

The objective of this study was to analyze the effect of homogenization pressure on the content of surface fat in spray-dried o/w emulsions stabilized with milk proteins. There were analyzed emulsions containing a protein component (whey protein isolate (min. 95 % protein) or sodium caseinate), a carbohydrate component (maltodextrin DE 28 or trehalose), and fat (rapeseed oil); the ratio of those three components was 30:40:30. The content of free fat on the surface of powder particles decreased with the increasing pressure homogenization of emulsions. Additionally, contingent on the type of carbohydrate and protein component, this content ranged from 4.31 to 7.46 g / 100 g of powder at a homogenization pressure of 25 MPa; 2.67 - 3.88 g / 100 g of powder at a homogenization pressure of 45 MPa; and 1.61 - 2.33 g / 100 g of powder at a homogenization pressure of 65 MPa. The powdered emulsions were fine powders showing poor flowability, but can be easily dispersed in water.

Key words: surface fat, emulsion, spray drying, homogenization, micro-encapsulation 