

ELŻBIETA DŁUŻEWSKA, ANNA FLOROWSKA, EWELINA JASIORSKA

WPŁYW RODZAJU NOŚNIKA NA STABILNOŚĆ β -KAROTENU MIKROKAPSULKOWANEGO METODĄ SUSZENIA ROZPYŁOWEGO

Streszczenie

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu rodzaju i ilości nośnika na stabilność β -karotenu mikrokapsulkowanego metodą suszenia rozpyłowego. Materiałami ścian mikrokapsulek (nośnikami) były: guma arabska oraz skrobia modyfikowana (E 1450). Nośnik dodawano w ilości od 15 do 30 %, a barwnik – 5 % w stosunku do masy emulsji. Emulsje barwnika z roztworami nośnika otrzymywano przy użyciu homogenizatora ciśnieniowego, stosując homogenizację dwustopniową. Oznaczano rozkład wielkości cząstek emulsji, całkowitą zawartość β -karotenu w mikrokapsułkach oraz na ich powierzchni, jak również barwę napojów otrzymanych z dodatkiem mikrokapsulkowanego β -karotenu. Badania prowadzono 2 miesiące. Stwierdzono, że zarówno guma arabska, jak i skrobia modyfikowana (E 1450) stanowią dobry materiał ścian mikrokapsulek zawierających β -karoten. Analiza rozkładu wielkości cząstek fazy zdyspergowanej emulsji wykazała, że emulsje z dodatkiem 25 % gumy arabskiej były lepiej zdyspergowane. Większą efektywnością mikrokapsulkowania i większą retencją barwnika w czasie przechowywania mikrokapsulek charakteryzowały się próbki z dodatkiem gumy arabskiej. Zwiększenie stężenia nośnika, w przypadku gumy arabskiej, powodowało zwiększenie retencji barwnika. W przypadku skrobi modyfikowanej stwierdzono odwrotną zależność.

Słowa kluczowe: β -karoten, mikrokapsulkowanie, skrobia modyfikowana, guma arabska

Wprowadzenie

Karotenoidy są ważnymi składnikami żywności ze względu na ich właściwości prozdrowotne i zdolność barwienia. β -karoten nadaje żywności barwę pomarańczowo-czerwoną, wykazuje aktywność prowitaminy A i ma właściwości przeciwutleniające. W czasie procesów technologicznych, jak również przechowywania, β -karoten może

ulegać izomeryzacji oraz degradacji. Intensywność barwy izomerów *cis* β -karotenu jest mniejsza niż izomerów *all-trans*. W wyniku procesu utleniania, którego szybkość zależy od temperatury, światła, dostępu tlenu i aktywności wody, β -karoten traci aktywność prowitaminy A, następuje osłabienie lub nawet zanik barwy, jak również może pojawić się obcy zapach charakterystyczny dla niskocząsteczkowych produktów degradacji barwnika [4, 5, 12, 14].

Mikrokapsułkowanie jest procesem, który polega na tworzeniu otoczki wokół cząstek określonego związku w taki sposób, aby zawartość uwalniała się w sposób kontrolowany, w określonych warunkach. Korzyściami wynikającymi z zamknięcia barwników w mikrokapsułkach są m.in.: znaczne przedłużenie ich trwałości, łatwiejsze dozowanie oraz poprawa ich rozpuszczalności [8, 9, 20].

Szeroko stosowaną metodą mikrokapsułkowania jest suszenie rozpyłowe. Mikrokapsułkowanie metodą suszenia rozpyłowego polega na emulgowaniu substancji aktywnej w roztworze substancji powlekającej i rozpyleniu powstałej dyspersji w gorącej komorze suszarki rozpyłowej. W wyniku gwałtownego odparowania wody, wokół cząstek rdzenia tworzą się otoczki z materiału powlekającego [6, 16]. Od materiałów ścian mikrokapsułek, stosowanych w suszeniu rozpyłowym, oczekuje się dobrej rozpuszczalności w wodzie, tworzenia roztworów o małej lepkości, dobrych właściwości emulgujących, zdolności formowania filmu i wysokiej barierowości zarówno w stosunku do substancji lotnych, jak i tlenu. Nieodpowiednio dobrany materiał otoczek może powodować m.in. duże straty substancji mikrokapsułkowanej, a także słabo chronić rdzeń mikrokapsułki przed utlenianiem [7].

W ostatnich latach ukazało się wiele prac na temat mikrokapsułkowania barwników. Beatu i wsp. [2], badając przydatność maltodekstryny 15 DE, gumy arabskiej, żelatyny i kazeinianu sodu w procesie mikrokapsułkowania oleożywicy z papryki, wykazali, że maltodekstryny najlepiej chroniły karotenoidy papryki przed utlenianiem. Z kolei Wagner i Warthesen [20] udowodnili, że stabilność α - i β -karotenu w suszonym rozpyłowo proszku z marchwi była uzależniona od równoważnika glukozy maltodekstryn zastosowanych jako nośnik, jak również od ich stężenia w suszonej emulsji. Barbosa i wsp. [1] stwierdzili, że annato mikrokapsułkowane metodą suszenia rozpyłowego w otoczkach z gumy arabskiej i sacharozy było 10-krotnie bardziej odporne na fotodegradację niż barwnik nie zamknięty w mikrokapsułkach. Shu i wsp. [21] wykazali, że dobrą ochronę likopenu stanowią mikrokapsułki zbudowane z żelatyny i sacharozy. W cytowanych pracach wykazano, że mikrokapsułkowane karotenoidy charakteryzowały się większą stabilnością niż ich roztwory, a wzrost stabilności uzależniony był od fizycznych i chemicznych właściwości materiału ścian mikrokapsułek [1, 2, 13, 18, 19].

Skrobia stosowana w procesie mikrokapsułkowania jest otrzymywana w wyniku modyfikacji polegającej na wprowadzeniu do bocznych jej łańcuchów grup hydrofo-

bowych w reakcji z bezwodnikiem kwasu 1-oktenylo-bursztynowego. Tak modyfikowana skrobia jest bardzo dobrze rozpuszczalna w zimnej wodzie, ma dobre właściwości emulgujące, ale nie zapewnia całkowitej ochrony przed utlenianiem β -karotenu [11].

Guma arabska pozyskiwana z pni i gałęzi drzew *Acacia senegal* i *Acacia seyal* jest hydrokoloidelem charakteryzującym się dobrą rozpuszczalnością w wodzie, tworzeniem roztworów o małej lepkości, bardzo dobrymi właściwościami emulgującymi [10].

Celem pracy było określenie wpływu rodzaju oraz stężenia nośnika na efektywność mikrokapsułkowania oraz stabilność mikrokapsułkowanego β -karotenu w czasie przechowywania.

Materialy i metody badań

Do badań użyto preparatu handlowego β -karotenu rozpuszczalnego w oleju. Jako materiał ścian mikrokapsulek zastosowano: gumę arabską Valcoat WM 960, firmy Valmar oraz skrobię modyfikowaną Purity Gum 2000 (E 1450), firmy National Starch & Chemical.

Mikrokapsułki otrzymywano przez dyspergowanie nośników przez 30 min (800 obr./min), przy użyciu mieszadła laboratoryjnego typu RW 20 DZW firmy Janke&Kunkle, w wodzie destylowanej o temp. 20 °C (skrobia modyfikowana) lub 40 °C (guma arabska). Fazę wodną pozostawiano na 24 h w celu uwodnienia nośnika. Pre-emulsje sporządzano mieszając fazę wodną i olejową (preparat barwnika) przez 10 min mieszadłem laboratoryjnym przy prędkości 1700 obr./min. Emulsje otrzymywano stosując homogenizację dwustopniową przy użyciu homogenizatora typu APV 1000, firmy APV. W pierwszym stopniu homogenizacji stosowano ciśnienie 55 MPa, w drugim – 18 MPa.

Skład recepturowy emulsji: nośnik (guma arabska i skrobia modyfikowana) – 15, 20, 25, 30 %, preparat barwnika – 5 %, woda destylowana do 100 %.

Bezpośrednio po homogenizacji emulsję podgrzewano do temperatury 50 °C i rozpylano w komorze suszarki rozpyłowej typu A/S Niro Atomizer. Temperatura powietrza wlotowego wynosiła 180 ± 5 °C, a wylotowego 90 ± 5 °C.

Mikrokapsułkowany β -karoten przechowywano w szczelnie zamkniętych szklanych słoiczkach, w temp. 20 ± 2 °C, w świetle dziennym, przez 2 miesiące.

Średnią wielkość cząstek i rozkład wielkości cząstek fazy zdyspergowanej emulsji oznaczano metodą dyfrakcji laserowej w zakresie 0,05 - 1000 μm , przy użyciu aparatu Malvern Mastersizer (Malvern Instruments Ltd., Malvern, UK), wyposażonego w He-Ne laser ($\lambda = 633$ nm). Do wyliczenia wielkości cząstek fazy zdyspergowanej zastosowano współczynnik refrakcji cząstek emulsji wynoszący 1,4564 i medium dyspersyjnego 1,330. Pomiaru wykonywano następnego dnia po otrzymaniu emulsji.

Próbki emulsji rozcieńczano wodą destylowaną w stosunku 1 do 200. Średnią wielkość cząstek scharakteryzowano średnią średnicą odniesioną do objętości (ang. *the volume-weighted mean diameter*) $D_{[4,3]}$, która została określona jako:

$$D_{[4,3]} = \frac{\sum_i n_i d_i^4}{\sum_i n_i d_i^3} \quad (1)$$

gdzie: n_i jest liczbą cząstek o średnicy d_i .

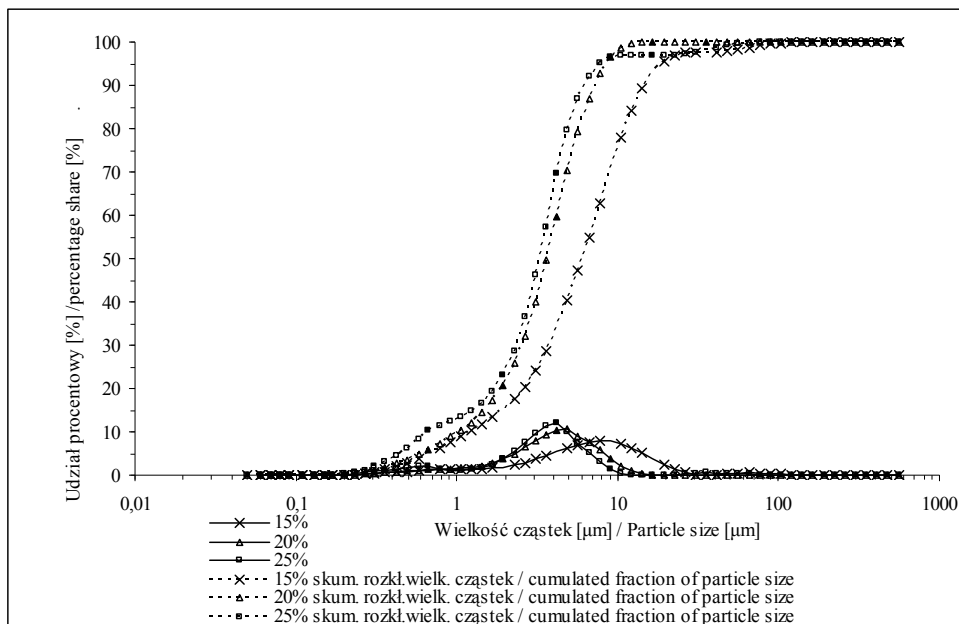
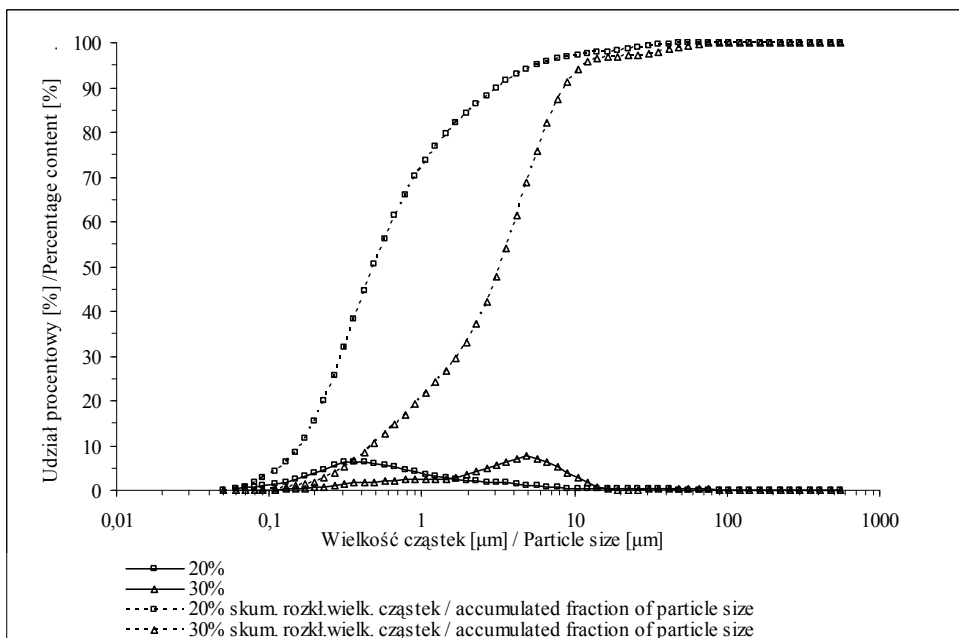
Ekstrakcję β -karotenu z mikrokapsulek oraz z ich powierzchni prowadzono metodą Wagnera i Wartehesena [22]. Całkowitą zawartość β -karotenu oznaczano po rozpuszczeniu mikrokapsulek w wodzie i ekstrakcji acetonem, a następnie heksanem, natomiast w przypadku oznaczenia β -karotenu na powierzchni mikrokapsulek barwnik ekstrahowano bez rozpuszczania mikrokapsulek w wodzie. Zawartość β -karotenu oznaczano zgodnie z PN-90 A-75101/12 [15]. Pomiary absorbancji wykonywano przy długości fali 450 nm, przy użyciu spektrofotometru Helios β -Thermo Spectronic.

Rozpuszczając 0,3 g lub 0,5 g mikrokapsulek w 100 ml wody destylowanej otrzymywano modelowe napoje, na których wykonywano pomiary absorbancji przy długości fali 450 nm w spektrofotometrze typu Cm 3600d, firmy Konica Minolta w odniesieniu do wody destylowanej. Jako wyniki pomiarów uzyskiwano wartości współczynnika jasności (L^*) oraz współrzędnych chromatyczności (a^* i b^*).

Wyniki i dyskusja

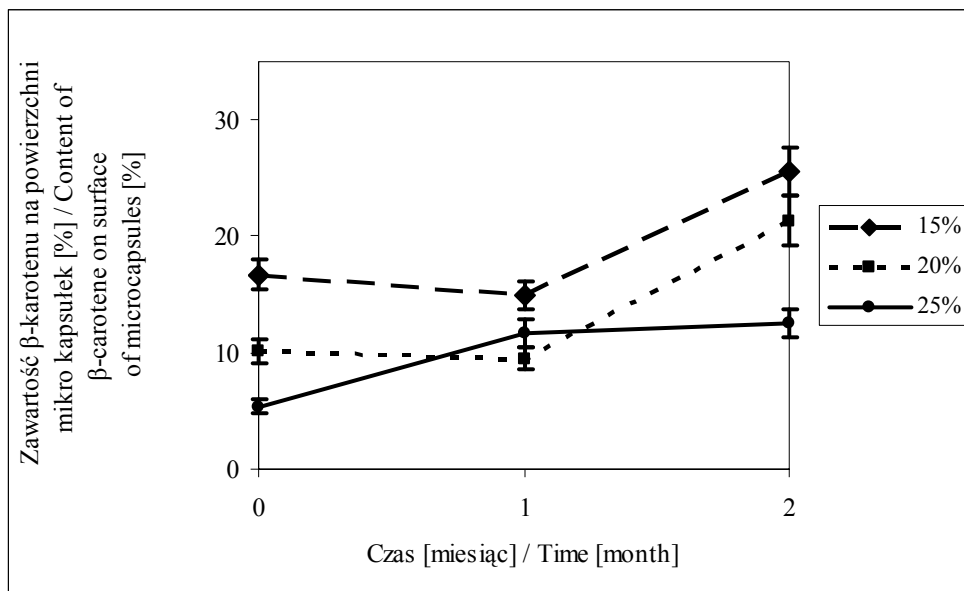
Rozkład wielkości cząstek fazy zdyspergowanej i ich wielkość ma istotny wpływ na stabilność emulsji. Z kolei stabilność emulsji, suszonych w procesie mikrokapsułkowania, ma wpływ na retencję mikrokapsułkowanych składników [17].

Na rys. 1. i 2. przedstawiono rozkład wielkości cząstek emulsji β -karotenu. Najlepiej zdyspergowaną próbką, wśród emulsji z dodatkiem gumy arabskiej, okazała się emulsja zawierająca 25 % gumy arabskiej, mająca zakres wielkości cząstek od 0,09 μm do 88,91 μm . Kuleczki olejowe o średnicach mniejszych niż 4 μm stanowiły 90 % cząstek tej próbki (rys. 1). Zastosowanie mniejszego dodatku gumy spowodowało rozszerzenie rozkładu wielkości. Analizując skumulowany rozkład wielkości cząstek emulsji z 20 % dodatkiem gumy zaobserwowano, że 97 % kuleczek miało średnice poniżej 5 μm , a w przypadku emulsji z 15 % dodatkiem gumy ponad 95 % kuleczek olejowych miało średnice mniejsze niż 10 μm . Pod względem średniej wielkości cząstek emulsje z 20 i 25 % dodatkiem gumy nie różniły się istotnie. W emulsjach z 20 % dodatkiem gumy arabskiej średnica $D_{[4,3]}$ wynosiła 4,29 μm , natomiast średnica $D_{[4,3]}$ w emulsjach z 25 % dodatkiem gumy osiągnęła wartość 4,45 μm . Największą średnicą $D_{[4,3]}$ charakteryzowała się emulsja zawierająca 15 % gumy arabskiej (8,35 μm).

Rys. 1. Rozkład wielkości cząstek emulsji β -karotenu – nośnik guma arabska.Fig. 1. Particle size distribution of β -carotene emulsions – carrier: Arabic gum.Rys. 2. Rozkład wielkości cząstek emulsji β -karotenu – nośnik skrobia modyfikowana.Fig. 2. Particle size distribution of β -carotene emulsions – carrier: modified starch.

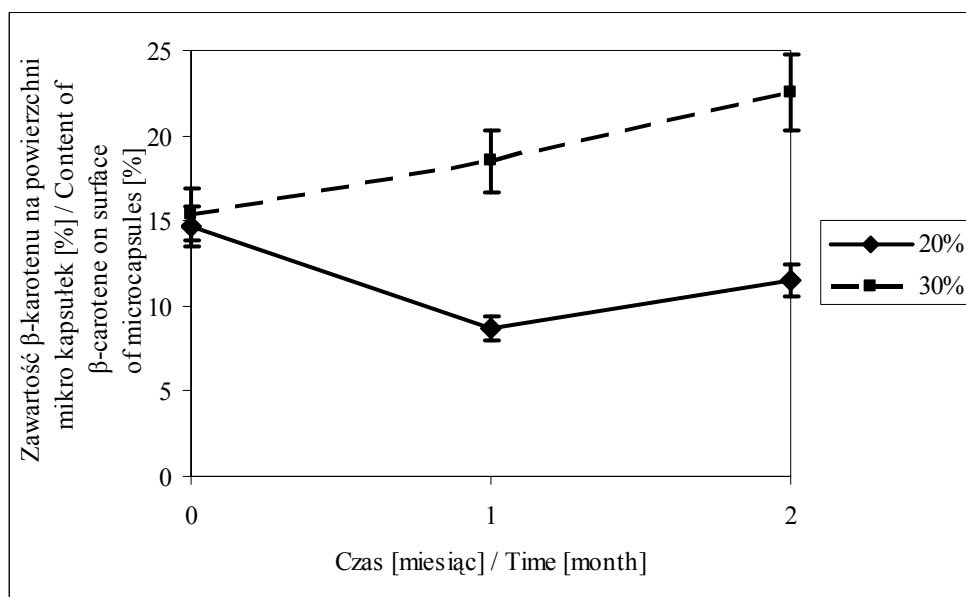
Analizując rozkład wielkości cząstek fazy zdyspergowanej emulsji z dodatkiem skrobi modyfikowanej można zauważyć odwrotną zależność niż w przypadku gumy arabskiej. Emulsja z 20 % dodatkiem skrobi była lepiej zdyspergowana, miała wąski rozkład wielkości cząstek (od 0,6 μm do 65,51 μm). Zwiększenie dodatku emulgatora do 30 % spowodowało rozszerzenie rozkładu wielkości cząstek (od 0,06 μm do 88,91 μm). W emulsji z 20 % dodatkiem skrobi ponad 90 % kuleczek olejowych miało średnicę poniżej 3 μm , natomiast w emulsji z 30 % dodatkiem 85 % cząstek miało średnice mniejsze niż 5 μm . W wyniku zwiększenia stężenia emulgatora nastąpiło zwiększenie średniej wielkości cząstek. W emulsji z 20 % dodatkiem skrobi średnica $D_{[4,3]}$ wynosiła 1,65 μm , natomiast w emulsji zawierającej 30 % skrobi – 4,91 μm . Tak więc najlepiej zdyspergowanymi emulsjami były próbki zawierające 25 % gumy arabskiej lub 20 % skrobi modyfikowanej i stąd powinny charakteryzować się największą retencją β -karotenu.

Na rys. 3. i 4. przedstawiono zmiany stężenia β -karotenu na powierzchni mikrokapsulek w czasie przechowywania. Mniejsze stężenie barwnika na powierzchni mikrokapsulek świadczy o lepszej efektywności procesu mikrokapsułkowania. Bezpośrednio po mikrokapsułkowaniu najmniejsze stężenie β -karotenu (5,4 %) stwierdzono w próbce mikrokapsułkowanego β -karotenu otrzymanej z emulsji zawierającej 25 % gumy arabskiej, prawie dwukrotnie większe (10,1 %) oznaczono w próbce otrzymanej z emulsji zawierającej 20 % gumy. Próbkę mikrokapsulek zawierających skrobię modyfikowaną charakteryzowały się większym stężeniem β -karotenu na powierzchni niż próbki zawierające gumę arabską, niezależnie od zawartości skrobi w emulsji. Stężenie barwnika wynosiło 15,4 % przy 30 % dodatku skrobi i 14,7 % przy 20 % dodatku skrobi. Uzyskane wyniki pozwalają na stwierdzenie, że zastosowanie gumy arabskiej umożliwia osiągnięcie większej efektywności procesu mikrokapsułkowania niż zastosowanie skrobi modyfikowanej. W czasie przechowywania zawartość β -karotenu na powierzchni mikrokapsulek zwiększała się niezależnie od rodzaju i ilości zastosowanego nośnika. Spowodowane to mogło być pękaniem ścianek mikrokapsulek, co prowadziło do przedostawania się barwnika na ich powierzchnię. W przypadku próbki otrzymanej z emulsji zawierającej 20 % skrobi spadek stężenia barwnika w pierwszym miesiącu przechowywania mógł być spowodowany większym tempem utleniania β -karotenu niż pękania mikrokapsulek (rys. 4).



Rys. 3. Zawartość β-karotenu na powierzchni mikro kapsulek – nośnik guma arabska.

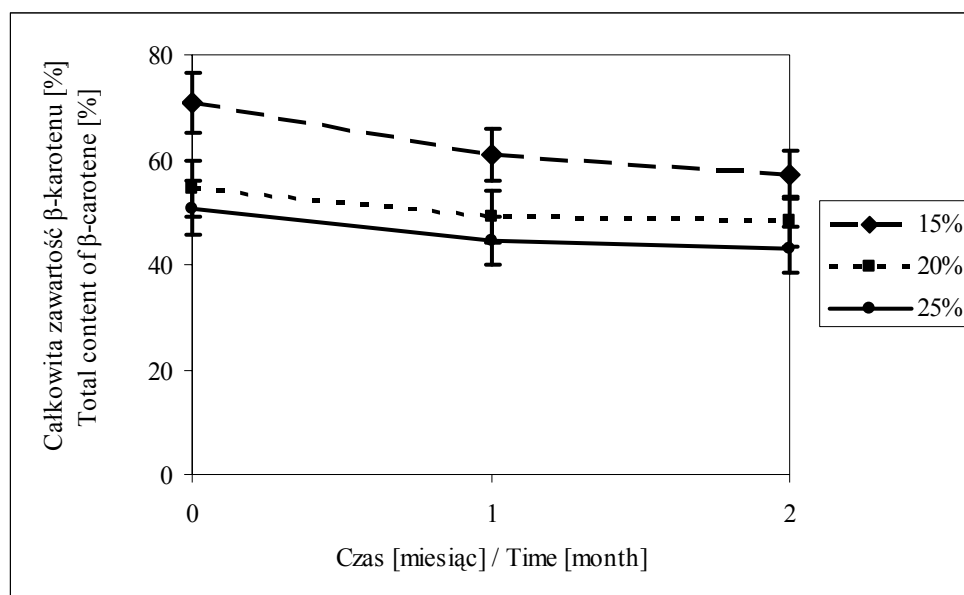
Fig. 3. Content of β-carotene on the surface of microcapsules – carrier: Arabic gum.



Rys. 4. Zawartość β-karotenu na powierzchni mikro kapsulek – nośnik skrobia modyfikowana.

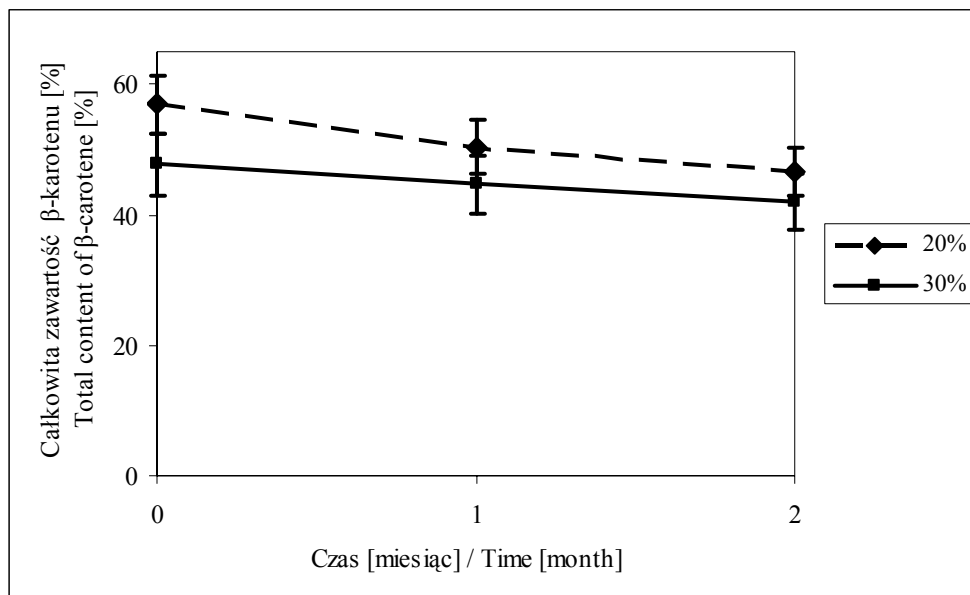
Fig. 4. Content of β-carotene on the surface of microcapsules – carrier: modified starch.

Całkowita zawartość β -karotenu w mikrokapsułkach zależała zarówno od rodzaju, jak i stężenia nośnika (rys. 5 i 6). W przypadku mikrokapsułek zawierających gumę arabską największą całkowitą zawartość β -karotenu, bezpośrednio po mikrokapsułkowaniu, oznaczono w próbce otrzymanej z emulsji zawierającej 15 % gumy (70,9 %), jednak spadek zawartości barwnika był w tej próbce większy niż w przypadku próbki otrzymanej z emulsji zawierającej 20 % i 25 % gumy arabskiej. Tak więc mikrokapsułki otrzymane z emulsji zawierającej więcej gumy charakteryzowały się jednocześnie większą retencją β -karotenu w ciągu 2-miesięcznego przechowywania. Uzyskane wyniki są zgodne z danymi literaturowymi. Buffo i Reineccius [3] stwierdzili, że im więcej jest gumy arabskiej w suszonych rozpyłowo emulsjach, tym większa jest retencja mikrokapsułkowanej substancji. Dalsza analiza danych przedstawionych na rys. 5. i 6. pozwala na stwierdzenie, że tempo zmniejszania się zawartości β -karotenu w mikrokapsułkach zawierających skrobię modyfikowaną było większe w porównaniu ze zmianą stężenia barwnika w mikrokapsułkach zawierających gumę arabską. Można zatem wnioskować, że retencja β -karotenu jest zależna od rodzaju nośnika i większa w przypadku zastosowania gumy arabskiej niż w przypadku użycia skrobi modyfikowanej.



Rys. 5. Całkowita zawartość β -karotenu – nośnik guma arabska.

Fig. 5. Total content of β -carotene – carrier: Arabic gum.



Rys. 6. Całkowita zawartość β -karotenu – nośnik skrobia modyfikowana.

Fig. 6. Total content of β -carotene – carrier: modified starch.

Wyniki pomiarów barwy modelowych napojów przedstawiono w tab. 1. Niezależnie od stężenia barwnika w napoju, we wszystkich analizowanych próbkach obserwowano zwiększenie jasności oraz zmniejszenie nasycenia barwy czerwonej, co wskazuje na przebieg procesów degradacji lub izomeryzacji mikrokapsułkowanego β -karotenu. Należy jednak podkreślić, że część barwnika nie była zamknięta w mikrokapsułkach, znajdowała się na ich powierzchni i niewątpliwie ta część barwnika ulegała szybkiemu utlenianiu w czasie przechowywania. Analizując zmiany parametrów barwy napojów zawierających mikrokapsułki zbudowane z gumy arabskiej stwierdzono, że największy wzrost jasności napojów (o około 2,8 jednostki) i największy spadek nasycenia barwy czerwonej (o około 0,55 jednostki) miał miejsce, gdy gumę arabską zastosowano w stężeniu 15 %. Stosując gumę arabską w stężeniu 25 % uzyskano wzrost jasności o około 2,3 jednostki i zmniejszenie nasycenia barwy czerwonej o około 0,35 jednostek. Porównując parametry barwy napojów zawierających mikrokapsułki zbudowane ze skrobi i gumy arabskiej wykazano, że wzrost jasności napoju (o około 2,4 jednostki) i zmniejszenie natężenia barwy (o około 0,44 jednostki) był większy w przypadku napojów zawierających mikrokapsułki otrzymane z emulsji zawierających 20 % skrobi niż w przypadku napojów zawierających mikrokapsułki z gumy arabskiej (stężenie w emulsji 25 %). Wyniki pomiarów parametrów barwy modelowych napojów potwierdziły wnioski sformułowane na podstawie oznaczenia retencji β -karotenu w mikrokapsułkach (rys. 5 i 6).

Tabela 1

Wpływ rodzaju i stężenia nośnika na barwę napojów z dodatkiem mikrokapsułkowanego β -karotenu.
Effect of type and concentration of carrier on colour of beverages microencapsulated β -carotene added.

Stężenie β -karotenu w napoju Concentration of β -carotene	Jasność (L*) / Lightness (L*)			Nasycenie barwy czerwonej (a*) Intensity of red colour (a*)		
	bezpośrednio po otrzymaniu direct after preparation	po 1 miesiącu przechow. after 1 month of storage	po 2 miesiącach przechow. after 2 months of storage	bezpośrednio po otrzymaniu direct after preparation	po 1 miesiącu przechow. after 1 month of storage	po 2 miesiącach przechow. after 2 months of storage
15 % gumy arabskiej / 15 % of Arabic gum						
0,3 %	85,30	86,67	88,12	2,65	2,39	2,12
0,5 %	76,49	77,83	79,25	5,55	5,28	4,99
20 % gumy arabskiej / 20 % of Arabic gum						
0,3 %	80,35	81,55	82,96	3,40	3,17	2,95
0,5 %	70,78	72,02	73,40	5,95	5,76	5,54
25 % gumy arabskiej / 25 % of Arabic gum						
0,3 %	78,71	79,45	81,16	3,52	3,42	3,21
0,5 %	68,07	68,89	70,34	5,97	5,88	5,59
20 % skrobi modyfikowanej / 20 % of modified starch						
0,3 %	78,61	79,36	81,02	3,90	3,78	3,44
0,5 %	68,58	69,34	70,96	6,63	6,52	6,21
30 % skrobi modyfikowanej / 30 % of modified starch						
0,3 %	81,24	82,58	83,96	3,39	3,12	2,83
0,5 %	71,79	73,21	74,57	5,87	5,64	5,37

Wnioski

1. Stwierdzono, że zarówno guma arabska, jak i skrobia modyfikowana (E 1450) stanowią dobry materiał ścian mikrokapsulek zawierających β -karoten. Jednak zastosowanie gumy arabskiej pozwala na uzyskanie lepszej retencji barwnika.
2. Efektywność procesu mikrokapsułkowania oraz retencja β -karotenu była uzależniona od stężenia nośnika w suszonej rozpyłowo emulsji. Wraz ze zwiększeniem

stężenia gumy arabskiej uzyskano poprawę efektywności procesu i stabilności β -karotenu. W przypadku skrobi zaobserwowano odwrotną zależność.

3. Wśród próbek analizowanych w pracy, najbardziej stabilne były próbki mikrokapsułowanego β -karotenu otrzymane z emulsji zawierającej: 25 % gumy arabskiej lub 20 % skrobi modyfikowanej.

Literatura

- [1] Barbosa M.I.M.J., Borsarelli C.D., Mercadante A.Z.: Light stability of spray-dried bixin encapsulated with different edible polysaccharide preparations. *Food Res. Int.*, 2005, **38**, 989-994.
- [2] Beatus Y., Razieli A., Rosenberg M., Kopelman I.J.: Spray drying micro-encapsulation of paprika oleoresin. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 1985, **18**, 28-34.
- [3] Buffo R., Reineccius G.A.: Optimization of gum acacia/modified starch/maltodextrin blends for the spray drying of flavors. *Perfumer&Flavorist*, 2000, **25**, 45-54.
- [4] Cheng H., Peng H.Y., Chen H.E.: Changes of carotenoids, color, and vitamin A contents during processing of carrot juice. *J. Agric. Food Chem.*, 1995, **43**, 1912-1918.
- [5] Chen B.H., Chen T.M., Chien J.T.: Kinetic model for studying the isomerization of α - and β -carotene during heating and illumination. *J. Agric. Food Chem.*, 1994, **42**, 2391-2397.
- [6] Desobry S.A., Netto F.M., Labuza T.P.: Comparison of spray-drying, drum-drying and freeze-drying for β -carotene encapsulation and preservation. *J. Food Sci.*, 1997, **6**, 1158-1162.
- [7] Dłużewska E., Leszczyński K.: Wpływ rodzaju nośnika na jakość mikrokapsułowanych aromatów. *Folia Univ. Agric. Stetin. Scientia Alimentaria*, 2005, **246**, 47-58.
- [8] Dziezak J.D.: Microencapsulation and encapsulation ingredients. *J. Food Technol.*, 1988, **42**, 136-151.
- [9] Ersus S., Yurdagel U.: Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray drier. *J. Food Eng.*, 2007, **80**, 805- 812.
- [10] Kim Y.D., Morr C.H.V., Schenz T.W.: Microencapsulation properties of Arabic gum and several food proteins: liquid orange oil emulsion particles. *J. Agric. Food Chem.*, 1996, **44**, 1308-1313.
- [11] Krishnana S., Kshirsagar A.C., Singhal R.S.: The use of Arabic gum and modified starch in the microencapsulation of a food flavoring agent. *Carbohydrate Polymers*, 2005, **62**, 309-315.
- [12] Minguez-Mosquera M.I., Hornero-Mendez D., Perez-Galvez A.: Carotenoids and provitamin A in functional foods. CRC Press LLC, 2002.
- [13] Orset S., Leach G.C., Morais R., Young A.J.: Spray-drying of the microalga *Dunaliella salina*: effects on β -carotene content and isomer composition. *J. Agric. Food Chem.*, 1999, **47**, 4782-4790.
- [14] Pesek C.A., Warthesen J.J.: Kinetic model for photoisomerization and concomitant photodegradation of β -carotenes. *J. Agric. Food Chem.*, 1990, **38**, 1313-1315.
- [15] PN-90A-75101/12. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie sumy karotenoidów i β -karotenu.
- [16] Re M.I.: Microencapsulation by spray drying. *Drying Technology*, 1998, **16**, 1195-1236.
- [17] Reineccius G.A., Bangs W.E.: Spray drying of food flavors. III. Optimum ineed concentrations for retention of artificial flavors. *Perfumer&Flavorist*, 1985, **9**, 27-29.
- [18] Robert P., Carlsson R.M., Romero N., Masson L.: Stability of spray-dried encapsulated carotenoid pigments from rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*) oleoresin. *JAOCS*, 2003, **11 (80)**, 1115-1120.
- [19] Rodriguez-Huezo M.E., Pedroza-Islas R., Prado-Barragan L.A., Beristain C.I., Vernon-Carter E.J.: Microencapsulation by spray drying of multiple emulsions containing carotenoids. *J. Food Sci.*, 2004, **7**, 351-359.

- [20] Selim K., Tsimidou M., Biliaderis C.G.: Kinetic studies of degradation of saffron carotenoids encapsulated in amorphous polymer matrices. *Food Chemistry*, 2000, **71**, 199-206.
- [21] Shu B., Yu W., Zhao Y., Liu X.: Study on microencapsulation of lycopene by spray-drying. *J. Food Eng.*, 2006, **76**, 664-669.
- [22] Wagner L.A., Warthesen J.J.: Stability of spray-dried encapsulated carrot carotenes. *J. Food Sci.*, 1995, **60**, (5), 1048-1052.

EFFECT OF CARRIER TYPE ON STABILITY OF B-CAROTENE MICRO-ENCAPSULATED USING SPRAY-DRYING METHOD

Summary

The objective of this study was to determine the effect of carrier type and amount on the stability of β -carotene micro-encapsulated using a spray-drying method. The walls of micro-capsules (carriers) were made of: an Arabic gum and a modified starch (E1450). The amounts of the carriers added ranged from 15 to 30 %, and the amount of the β -carotene emulsion was 5% of the emulsion weight. The emulsions of β -carotene and the carrier solutions were made using a high-pressure homogenizer in order to perform a two stage homogenization process. The following values were determined: distribution of the emulsion particle size, total content of β -carotene in micro-capsules and on their surfaces, the colour of beverages produced with the addition of micro-encapsulated β -carotene. The experiment was carried out during two months. It was found that both the Arabic gum and the modified starch (E 1450) were a good material to build the walls of micro-capsules containing β -carotene. The distribution analysis of the dispersed emulsion particle size showed that the emulsions with 25 % of Arabic gum added were better dispersed. The samples with the Arabic gum added were characterized by the better effectiveness of micro-encapsulation and the better retention of β -carotene during storage. As for the Arabic gum, the increase in the carrier concentration caused the colour retention to increase. A reverse dependence was found in the case of modified starch.

Key words: β -carotene, micro-encapsulation, modified starch, Arabic gum 