

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 248160 B1

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **445856**

(22) Data zgłoszenia: **2023.08.21**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2025.02.24 BUP 08/2025**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2025.10.27 WUP 43/2025**

(51) MKP:

B01J 13/04 (2006.01)

A61K 9/50 (2006.01)

A61K 9/51 (2006.01)

A23L 29/212 (2016.01)

A23L 33/00 (2016.01)

A23P 10/30 (2016.01)

A23C 15/14 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

**AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE,
Kraków, PL
UNIwersytet Medyczny w Łodzi, Łódź, PL**

(72) Twórca(-y) wynalazku:

**URSZULA STACHEWICZ, Kraków, PL
EWA SROCZYK, Gorlice, PL
JAKUB FICHNA, Łódź, PL
MACIEJ SAŁAGA, Pabianice, PL
MARCIN TALAR, Łódź, PL
ALEKSANDRA TARASIUK, Łódź, PL**

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Katarzyna Nosalska, Kraków, PL

(54) Tytuł:

Sposób enkapsulacji tłuszczów stałych

PL 248160 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób enkapsulacji tłuszczów stałych.

Metody enkapsulacji z zastosowaniem biodegradowalnych polimerów, takich jak celuloza, guma arabska, skrobia, a także pochodne tych związków są znane z publikacji jak w załączonym wykazie poz. [1]–[4]. Znana jest również metoda enkapsulacji przy pomocy elektrorozpylania z publikacji w pozycji [5], która polega na rozpylaniu cząstek w polu elektrycznym. Ponadto znane jest przygotowywanie kapsułek przy pomocy liofilizacji z publikacji w pozycji [6] i [7], czy też suszenie rozpryskowe znane z publikacji w pozycji [8] i [9].

Wszystkie znane metody enkapsulacji tłuszczów odnoszą się do tłuszczów, które w temperaturze pokojowej (20–25°C) przyjmują postać płynną, dotyczy to szczególnie olejków eterycznych. W publikacji w poz. [10] otrzymano kapsułki skrobiowe zawierające olejki eteryczne metodą rozpylania do kąpeli koagulującej. Otrzymane kapsułki były dużo większych rozmiarów (10–300 μm), niż w proponowanym przez nas rozwiązaniu.

Z wynalazku US 9.079.152 B2 oraz zgłoszenia US 2007/0042182 A1 znany jest sposób, który obejmuje wytwarzanie mikrokapsulek, zawierających olejki eteryczne. Proponowane polimery to polimery syntetyczne, w porównaniu do proponowanego przez nas polimeru pochodzenia naturalnego (skrobi) w mniejszym stopniu oddziałujących na środowisko oraz bezpiecznym w spożywaniu przez ludzi i zwierzęta. Zastosowania wynalazku US 9.079.152 B2 są jedynie przemysłowe, obejmują środki czystości, odstraszacze owadów i środki antymikrobiologiczne. Środki antymikrobiologiczne obejmują zarówno przemysłowe środki dezynfekujące powierzchnie, a także środki do kontaktu ze skórą, stosowane powierzchniowo.

W wynalazku *Encapsulation composition of oil-soluble vitamin support-based and prepatarion method thereof* (KR20200065625) opatentowano metodę enkapsulacji witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (proponowana witamina E i jej pochodne, ale nie ograniczone tylko do tych) w otoczkach nie zawierających silikonu. W wynalazku KR20200065625 w skład kapsułek, poza rozpuszczalną w tłuszczach witaminą, wchodzi: środek zagęszczający (np. guma ksantanowa), środek utrzymujący wilgoć (np. gliceryna) i może zawierać dodatkowo: czynnik neutralizujący (np. wodorotlenek sodu), środek łagodzący (np. pantenol), konserwant (np. 1,2-heksanodiol), lub inne dodatkowe składniki. Autorzy nie podają rozmiarów cząstek, temperatury wytwarzania, ani też przykładów innych tłuszczów niż witamina E i jej pochodne. Nie można też zastosować rozwiązania KR20200065625 wobec tłuszczów przyjmujących postać stałą w temperaturze pokojowej. Wiele składników mieszaniny, z której otrzymywane są kapsułki, to związki syntetyczne, w przeciwieństwie do naturalnych polimerów proponowanych w naszym wynalazku.

W wynalazku *Encapsulation of hydrophobic biologically active compounds* (DK180325B1) autorzy proponują skład i sposób pokrywania kropeł zawierających hydrofobowe związki biologicznie czynne. Otoczką kapsułek składa się z białka, skrobi i polisacharydu. Autorzy wymieniają szereg hydrofobowych związków, które mogą być enkapsulowane, m. in. witaminy i ich pochodne, karotenoidy, lipidy, sterole. Krople są rozmiarów 0.1–5.0 μm i są otaczane powłoką zdenaturowanych białek, chroniącą związki biologicznie czynne przed degradacją i utlenianiem. Wszystkie enkapsulowane związki muszą być w postaci płynnej; niemożliwe jest zatem enkapsulowanie masła, bądź innych tłuszczów przyjmujących postać stałą w temperaturze pokojowej.

Opis patentowy *Applications of microencapsulated essential oils* (US 9.717.240 B2) ujawnia zastosowanie kapsułek zawierających olejki eteryczne. Autorzy wyszczególnili szereg związków, które mogą zostać użyte jako wypełnienie kapsułek, tj. m. in. oleje pochodzenia naturalnego, a także proponowane dodatki: antyoksydanty, suplementy, witaminy, i inne. Kapsułki z rozwiązania US 9.717.240 B2 znajdują zastosowania zarówno przemysłowe, tj. odstraszacze owadów, jako dodatek o działaniu antymikrobiologicznym do opakowań dla żywności, jako dodatki bezpośrednio do żywności, a także mogą być stosowane doustnie i w kontakcie ze skórą ludzką. Pomimo wymienienia wielu substancji mogących wzbogacić kapsułki, także tych w formie stałej, autorzy nie proponują masła, ani innych tłuszczów przyjmujących postać stałą w temperaturze pokojowej.

Wynalazek *Encapsulation* (EP 3 390 483 B1) dotyczy również sposobu wytwarzania i wykorzystania kapsułek i mikrokapsulek. Roztwór z akrylu (lub/i jego pochodnych) i fazy olejowej jest mieszany, a następnie poddawany jednemu z procesów wymienionych przez autorów, tj. m. in. wirowanie, liofilizacja, czy suszenie rozpryskowe. Wśród proponowanych metod nie ma elektrorozpylania, która jest

zastosowana w naszym rozwiązaniu. Faza olejowa może zawierać wiele składników m.in. olejki eteryczne, lipidy, witaminy, woski, masło shea, czy masło kakaowe (a więc tłuszcze przyjmujące postać stałą w temperaturze pokojowej). Do roztworu mogą być użyte także dodatki wzbogacające skład kapsułek. Mikrokapsułki charakteryzują się wysoką wytrzymałością, dlatego są stosowane w detergentach, kosmetykach do mycia, czy środkach czyszczących powierzchnie. Proponowanym zastosowaniem jest użycie kapsułek jako składnik detergentów, kosmetyków do pielęgnacji skóry z włosów, środków higienicznych, a także kosmetyków samochodowych i leków.

Wynalazek rozwiązuje problem enkapsulacji tłuszczów stałych (tj. takich, które w temperaturze 20–25°C przyjmują postać stałą), w szczególności masła i mieszanin na bazie masła, w biodegradowalnej otoczkę w postaci kapsułki.

Celem wynalazku jest sposób otrzymywania kapsułek zawierających tłuszcze, które w temperaturze pokojowej przyjmują postać stałą w biodegradowalnej otoczkę, spełniając jednocześnie wymogi spożywcze i medyczne.

Sposób enkapsulacji tłuszczów, obejmujący technikę współosiowego elektrorozpylania charakteryzuje się tym, że przygotowuje się roztwór skrobi w kwasie mrówkowym, o stężeniu 2.5–18% wagowych, przy czym stosuje się kwas mrówkowy o stężeniu 98–99%, po czym roztwór poddaje się działaniu ultradźwięków oddzielnie przygotowuje się mieszaninę tłuszczu, używając tłuszczu stałego z dodatkiem dimetylosulfotlenku (DMSO) lub tłuszczu stałego z dodatkiem oleju lub tłuszczu stałego, DMSO i oleju stosując składniki w ilościach:

- tłuszcz stały 30–99%: DMSO 1–20% wagowych
- tłuszcz stały 50–90% : olej 10–50%: wagowych
- tłuszcz stały 30–98% : DMSO 1–20%: olej 1–50% wagowych,

następnie roztwór skrobi oraz mieszaninę tłuszczu umieszcza się w dwóch osobnych strzykawkach i zamyka sterylnymi igłami połączonymi wężykami z igłą współosiową, przy czym pomiędzy igłą współosiową a kolektorem wytwarza się napięcie w zakresie 15–38 kV, po czym roztwory przepycha się przez igłę w warunkach 15–70% wilgotności powietrza i temperaturze otoczenia 32–40°C, a wytworzone kapsułki przechowuje się w szczelnym opakowaniu bez dostępu powietrza w temperaturze 4–10°C.

Korzystnie roztwór skrobi w kwasie mrówkowym, sporządza się w mieszadło magnetycznym w temperaturze pokojowej z prędkością 100–500 rpm przez 5 do 30 min.

Korzystnie jako tłuszcze stałe stosuje się masło, masło klarowane, masło klarowane z colostrum.

Korzystnie stosuje się oliwę z oliwek, olej rzepakowy, olej słonecznikowy, olej z pestek winogron.

Korzystnie olej zawiera dodatek co najmniej jednej witaminy wybranej z grupy obejmującej witaminy A, D, E, K.

Korzystnie roztwór skrobi poddaje się działaniu ultradźwięków przez 16–24 godzin.

Korzystnie igłę współosiową ustawia się w odległości 8–20 cm od kolektora.

Korzystnie stosuje się kolektor rotacyjny porusza się z prędkością 50–200 rpm.

Korzystnie odległość między końcówkami igieł współosiowych wynosi 0.5–5.0 mm.

Korzystnie roztwór skrobi przepływał przez igłę z prędkością 100–500 µl/h.

Korzystnie roztwór tłuszczu przepływał przez igłę z prędkością 50–300 µl/h.

W niniejszym rozwiązaniu zastosowanie tłuszczów stałych ma na celu wykorzystanie ich właściwości prozdrowotnych. Właściwości te mogą wynikać z połączenia tłuszczów nasyconych z nienasyconymi, z zawartości określonych kwasów tłuszczowych w preparacie, jak również z zastosowania potencjalnych nutraceutyków, tj. składników żywności o działaniu prozdrowotnym, jak w przypadku masła klarowanego z siary bydlęcej. W jego składzie znajdziemy tłuszcze oraz składniki nietłuszczowe, które wykazują działanie przeciwzapalne i immunomodulujące kapsułce ma natomiast kluczowe znaczenie, ponieważ zapewnia ona opóźnione strawienie, co umożliwia dostarczenie tych substancji jako pełnowartościowych prozdrowotnych składników do jelit, nie ulegając trawieniu wcześniej. Dzięki temu tłuszcze są chronione przed działaniem enzymów trawiennych w żołądku.

Dodatkowo, enkapsulacja pozwala na przygotowanie formułacji o ściśle określonej zawartości tłuszczu, zapewniającej precyzyjne dawkowanie.

Ponadto wykorzystanie elektrorozpylania do enkapsulacji tłuszczów stałych wpływa na uzyskanie bardzo małych kapsułek o rozmiarach około 0,1–0,5 µm. W przeciwieństwie do innych metod, które generują kapsułki o znacznie większych rozmiarach, na przykład od 0,1 µm do nawet 5,0 µm lub nawet 2 mm. Dzięki zastosowaniu pola elektrycznego w procesie elektrorozpylania, możliwe jest tworzenie

pojedynczych kapsulek. W innych metodach, takich jak suszenie rozpryskowe, istnieje duże ryzyko powstawania aglomeratów, czyli połączonych kapsulek. Jednak dzięki działaniu pola elektrycznego, elektrorozpylanie zmniejsza to ryzyko i powstaje więcej oddzielonych kapsulek niż złączonych ze sobą aglomeratów kapsulek. Wielkość tych kapsulek ma kluczowe znaczenie dla kinetyki uwalniania enkapsulowanych substancji. Kapsułki o rozmiarze 0,1–0,5 μm są szczególnie korzystne, ponieważ nie będą wykazywalne jako dodatek w produktach spożywczych.

Kapsułki wytworzone sposobem według wynalazku dodawane są do wzbogacenia składu produktów spożywczych, np. napoi, soków owocowych, warzywnych, jogurtów, zup, przecierów.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładach wykonania.

Przykład 1

Do przygotowania otoczki kapsulek, sporządzono roztwór zawierający 4 g skrobi kukurydzianej na 36 g kwasu mrówkowego. Roztwór mieszano na mieszadle magnetycznym w temperaturze pokojowej (20–25°C) z prędkością 400 rpm przez 20 min. Następnie roztwór skrobi poddano działaniu ultradźwięków przez 20 h. Po tym czasie roztwór był gotowy do użycia.

Oddzielnie przygotowano mieszaninę tłuszczu, używając do tego tłuszczu stałego – masła klarowanego w ilości 38 g (95% wagowych) oraz 2 g (5% wagowych) DMSO w kąpeli wodnej w temp. 38°C i mieszano na mieszadle magnetycznym przez 30 min z prędkością obrotów 300 rpm.

Następnie roztwór skrobi oraz mieszaninę tłuszczu pobrano do dwóch osobnych strzykawek i załadowano sterylnymi igłami 21 G. Do igieł podłączono wężyki, a do nich igłę współosiową. Mieszaninę tłuszczu wprowadzono do wewnętrznej igły zaś roztwór skrobi do zewnętrznej igły. Odległość między końcówkami igieł współosiowych wynosiła 2,3 mm. Między igłą współosiową a kolektorem wytworzono napięcie o wartości 36 kV. Igłę ustawiono w odległości 15 cm od kolektora. Użyto kolektora rotacyjnego, który obracało podczas procesu wytwarzania kapsulek z prędkością 100 rpm. Roztwór skrobi przepływał przez igłę z prędkością 100–500 $\mu\text{l/h}$. Roztwór tłuszczu przepływał przez igłę z prędkością 50–300 $\mu\text{l/h}$. Kapsułki wytwarzano w warunkach 20–40% wilgotności powietrza i temperaturze otoczenia 32–40°C. Po wytworzeniu kapsułki przechowywano w szczelnym opakowaniu bez dostępu powietrza w temperaturze z zakresu 4–10°C.

Na rysunku na fig. 1 pokazano mikrofotografie SEM kapsulek skrobiowych z masłem klarowanym i z dodatkiem 5% DMSO otrzymanych wg procedury z przykładu 1 – (powiększenia (1a) 10 000, (1b) 50 000). Wytworzone kapsułki mają kształt dwuwklęsłych dysków i przyjmują średnice z zakresu 160–1300 nm (1c).

Przykład 2

Do przygotowania otoczki kapsulek, sporządzono roztwór zawierający 4 g skrobi kukurydzianej na 36 g kwasu mrówkowego. Roztwór mieszano na mieszadle magnetycznym w temperaturze pokojowej (20–25°C) z prędkością 400 rpm przez 20 min. Następnie roztwór skrobi poddano działaniu ultradźwięków przez 22 h. Po tym czasie roztwór był gotowy do użycia.

Oddzielnie przygotowano także mieszaninę tłuszczu, używając tłuszczu stałego – masła z colostrum w ilości 30 g (75% wagowych) oraz 10 g (25% wagowych) oliwy z oliwek w kąpeli wodnej w temp. 38°C i mieszano przez 30 min na mieszadle magnetycznym z prędkością obrotów 200 rpm.

Następnie roztwór skrobi oraz mieszaninę tłuszczu pobrano do dwóch osobnych strzykawek i załadowano sterylnymi igłami 21 G. Do igieł podłączono wężyki, a do nich igłę współosiową. Mieszaninę tłuszczu stałego prowadzono wewnętrzną igłą, roztwór skrobi zewnętrzną igłą. Odległość między końcówkami igieł współosiowych wynosiła 2,2 mm. Między igłą współosiową a kolektorem wytworzono napięcie o wartości 38 kV. Igłę ustawiono w odległości 17 cm od kolektora. Użyto kolektora rotacyjnego, który obracało podczas procesu wytwarzania kapsulek z prędkością 100 rpm. Roztwór skrobi przepływał przez igłę z prędkością 100–500 $\mu\text{l/h}$. Roztwór tłuszczu przepływał przez igłę z prędkością 50–300 $\mu\text{l/h}$. Kapsułki wytwarzano w warunkach 20–40% wilgotności powietrza i temperaturze otoczenia 32–40°C. Po wytworzeniu kapsułki przechowywano w szczelnym opakowaniu bez dostępu powietrza w temperaturze z zakresu 4–10°C.

Wytworzone kapsułki mają kształt dwuwklęsłych dysków i przyjmują średnice z zakresu 160 nm – 1300 nm.

Przykład 3

Do przygotowania otoczki kapsulek, sporządzono roztwór zawierający 4 g skrobi kukurydzianej na 36 g kwasu mrówkowego. Roztwór mieszano na mieszadle magnetycznym w temperaturze pokojowej (20–25°C) z prędkością 400 rpm przez 20 min. Następnie roztwór skrobi poddano działaniu ultradźwięków przez 18 h. Po tym czasie roztwór był gotowy do użycia.

Oddzielnie przygotowano także mieszaninę tłuszczu, używając tłuszczu stałego – masła klarowanego w ilości 34 g (85% wagowych), 4 g (10% wagowych) oliwy z oliwek i 2 g (5% wagowych) DMSO w kąpeli wodnej w temp. 38°C i mieszano przez 20 min z prędkością obrotów 300 rpm.

Następnie roztwór skrobi oraz mieszaninę tłuszczu pobrano do dwóch osobnych strzykawek i załadowano sterylnymi igłami 21 G. Do igieł podłączono wężyki, a do nich igłę współosiową. Roztwór Mieszaninę tłuszczu stałego prowadzono wewnętrzną igłą, roztwór skrobi zewnętrzną igłą. Odległość między końcówkami igieł współosiowych wynosiła 2.1 mm. Między igłą współosiową a kolektorem wytworzono napięcie o wartości 35 kV. Igłę ustawiono w odległości 15 cm od kolektora. Użyto kolektora rotacyjnego, który obracano podczas procesu wytwarzania kapsułek z prędkością 100 rpm. Roztwór skrobi przepływał przez igłę z prędkością 100–500 µl/h. Roztwór tłuszczu przepływał przez igłę z prędkością 50–300 µl/h. Kapsułki wytwarzano w warunkach 20–40% wilgotności powietrza i temperaturze otoczenia 32–40°C. Po wytworzeniu kapsułki przechowywano w szczelnym opakowaniu bez dostępu powietrza w temperaturze z zakresu 4–10°C.

Wytworzone kapsułki mają kształt dwuwklęsłych dysków i przyjmują średnice z zakresu 160 nm – 1300 nm.

Przykład 4

Do przygotowania otoczki kapsułek, sporządzono roztwór zawierający 4 g skrobi kukurydzianej na 36 g kwasu mrówkowego. Roztwór mieszano na mieszadle magnetycznym w temperaturze pokojowej (20–25°C) z prędkością 400 rpm przez 20 min. Następnie roztwór skrobi poddano działaniu ultradźwięków przez 20 h. Po tym czasie roztwór był gotowy do użycia.

Oddzielnie przygotowano także mieszaninę tłuszczu, używając tłuszczu stałego – masła z colostrum w ilości 30 g (75% wagowych) oraz 10 g (25% wagowych) witaminy D w kroplach, 1000 UI, w kąpeli wodnej w temp. 38°C i mieszano przez 20 min na mieszadle magnetycznym z prędkością obrotów 200 rpm.

Następnie roztwór skrobi oraz mieszaninę tłuszczu pobrano do dwóch osobnych strzykawek i załadowano sterylnymi igłami 21 G. Do igieł podłączono wężyki, a do nich igłę współosiową. Mieszaninę tłuszczu stałego prowadzono wewnętrzną igłą, roztwór skrobi zewnętrzną igłą. Odległość między końcówkami igieł współosiowych wynosiła 2.3 mm. Między igłą współosiową a kolektorem wytworzono napięcie o wartości 37 kV. Igłę ustawiono w odległości 15 cm od kolektora. Użyto kolektora rotacyjnego, który obracano podczas procesu wytwarzania kapsułek z prędkością 100 rpm. Roztwór skrobi przepływał przez igłę z prędkością 100–500 µl/h. Roztwór tłuszczu przepływał przez igłę z prędkością 50–300 µl/h. Kapsułki wytwarzano w warunkach 20–40% wilgotności powietrza i temperaturze otoczenia 32°C – 40°C. Po wytworzeniu kapsułki przechowywano w szczelnym opakowaniu bez dostępu powietrza w temperaturze z zakresu 4–10°C.

Wytworzone kapsułki mają kształt dwuwklęsłych dysków i przyjmują średnice z zakresu 160 nm – 1300 nm.

Przykład 5

Do przygotowania otoczki kapsułek, sporządzono roztwór zawierający 4 g skrobi kukurydzianej na 36 g kwasu mrówkowego o stężeniu 98–99%. Roztwór mieszano na mieszadle magnetycznym w temperaturze pokojowej (20–25°C) z prędkością 420 rpm przez 30 min. Następnie roztwór skrobi poddano działaniu ultradźwięków przez 18 h. Po tym czasie roztwór był gotowy do użycia.

Oddzielnie przygotowano także mieszaninę tłuszczu, używając tłuszczu stałego – masła z colostrum w ilości 30 g (75% wagowych) oraz 10 g (25% wagowych.) Witaminy E w kroplach o stężeniu (300 mg/ml), w kąpeli wodnej w temp. 38°C i mieszano przez 10 min na mieszadle magnetycznym z prędkością obrotów 200 rpm.

Następnie roztwór skrobi oraz mieszaninę tłuszczu pobrano do dwóch osobnych strzykawek i załadowano sterylnymi igłami 21 G. Do igieł podłączono wężyki, a do nich igłę współosiową. Mieszaninę tłuszczu stałego prowadzono wewnętrzną igłą, roztwór skrobi zewnętrzną igłą. Odległość między końcówkami igieł współosiowych wynosiła 2.3 mm. Między igłą współosiową a kolektorem wytworzono napięcie o wartości 34 kV. Igłę ustawiono w odległości 16 cm od kolektora. Użyto kolektora rotacyjnego, który obracano podczas procesu wytwarzania kapsułek z prędkością 100 rpm. Roztwór skrobi przepływał przez igłę z prędkością 100–500 µl/h. Roztwór tłuszczu przepływał przez igłę z prędkością 50–300 µl/h. Kapsułki wytwarzano w warunkach 20–40% wilgotności powietrza i temperaturze otoczenia 32–40°C. Po wytworzeniu kapsułki przechowywano w szczelnym opakowaniu bez dostępu powietrza w temperaturze z zakresu 4–10°C.

Wytworzone kapsułki mają kształt dwuwklęsłych dysków i przyjmują średnice z zakresu 160 – 1300 nm.

1. J. S. Moreno, P. Dima, I. S. Chronakis, A. C. Mendes, Electrospayed ethyl cellulose core-shell microcapsules for the encapsulation of probiotics. *Pharmaceutics* **14** (2022).
2. P. A. O. Carmona, *et al.*, Effect of Solids Content and Spray-Drying Operating Conditions on the Carotenoids Microencapsulation from Pressed Palm Fiber Oil Extracted with Supercritical CO₂. *Food Bioprocess Technol.* **11**, 1703–1718 (2018).
3. F. Zhu, Encapsulation and delivery of food ingredients using starch based systems. *Food Chem.* **229**, 542–552 (2017).
4. S. Wang, *et al.*, Intestine-Specific Delivery of Hydrophobic Bioactives from Oxidized Starch Microspheres with an Enhanced Stability. *J. Agric. Food Chem.* **63**, 8669–8675 (2015).
5. H. Valo, *et al.*, Electro spray encapsulation of hydrophilic and hydrophobic drugs in poly(L-lactic acid) nanoparticles. *Small* **5**, 1791–1798 (2009).
6. E. Hasanvand, M. Fathi, A. Bassiri, M. Javanmard, R. Abbaszadeh, Novel starch based nanocarrier for Vitamin D fortification of milk: Production and characterization. *Food Bioprod. Process.* **96**, 264–277 (2015).
7. H. Li, V. T. Thuy Ho, M. S. Turner, S. Dhital, Encapsulation of Lactobacillus plantarum in porous maize starch. *LWT – Food Sci. Technol.* **74**, 542–549 (2016).
8. T. T. T. Nguyen, *et al.*, Microencapsulation of Essential Oils by Spray-Drying and Influencing Factors. *J. Food Qual.* **2021** (2021).
9. N. K. Mohammed, C. P. Tan, Y. A. Manap, B. J. Muhiaddin, A. S. M. Hussin, Spray Drying for the Encapsulation of Oils—A Review. *Molecules* **25** (17), 1–16 (2020).
10. G. M. Glenn, *et al.*, Encapsulation of plant oils porous starch microspheres. *J. Agric. Food Chem.* **58**, 4180–4184 (2010).

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób enkapsulacji tłuszczów, obejmujący technikę współosiowego elektrorozpylania, **znamienny tym**, że przygotowuje się roztwór skrobi w kwasie mrówkowym, o stężeniu 2.5–18% wagowych, przy czym stosuje się kwas mrówkowy o stężeniu 98–99%, po czym roztwór poddaje się działaniu ultradźwięków, oddzielnie przygotowuje się mieszaninę tłuszczu, używając tłuszczu stałego z dodatkiem DMSO lub tłuszczu stałego z dodatkiem oleju lub tłuszczu stałego, DMSO i oleju, stosując składniki w ilościach:
 - tłuszcz stały 80–99% : DMSO 1–20% wagowych
 - tłuszcz stały 50–90% : olej 10–50% wagowych
 - tłuszcz stały 30–98% : DMSO 1–20% : olej 1–50% wagowych,następnie roztwór skrobi oraz mieszaninę tłuszczu umieszcza się w dwóch osobnych strzykawkach i zamyka sterylnymi igłami połączonymi wężykami z igłą współosiową, przy czym pomiędzy igłą współosiową a kolektorem wytwarza się napięcie w zakresie 15–38 kV, po czym roztwory przepycha się przez igłę w warunkach 15–70% wilgotności powietrza i temperaturze otoczenia 32–40°C, a wytworzone kapsułki przechowuje się w szczelnym opakowaniu bez dostępu powietrza w temperaturze 4–10°C.
2. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że roztwór skrobi w kwasie mrówkowym sporządza się w mieszadle magnetycznym w temperaturze pokojowej z prędkością 100–500 rpm przez 5 do 30 min.
3. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że jako tłuszcze stałe stosuje się masło, masło klarowane, masło klarowane z colostrum.
4. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że stosuje się oliwę z oliwek, olej rzepakowy, olej słonecznikowy, olej z pestek winogron.
5. Sposób według zastrz. 1 i 4 **znamienny tym**, że olej zawiera dodatek co najmniej jednej witaminy wybranej z grupy obejmującej witaminy A, D, E, K.
6. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że korzystnie roztwór skrobi poddaje się działaniu ultradźwięków przez 16–24 godzin.
7. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że igłę współosiową ustawia się w odległości 8–20 cm od kolektora.
8. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że stosuje się kolektor rotacyjny porusza się z prędkością 50–200 rpm.

9. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że odległość między końcówkami igieł współosiowych wynosi 0.5 mm – 5.0 mm.
10. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że roztwór skrobi przepływał przez igłę z prędkością 100–500 $\mu\text{l/h}$.
11. Sposób według zastrz. 1 **znamienny tym**, że roztwór tłuszczu przepływał przez igłę z prędkością 50 – 300 $\mu\text{l/h}$.

Rysunek

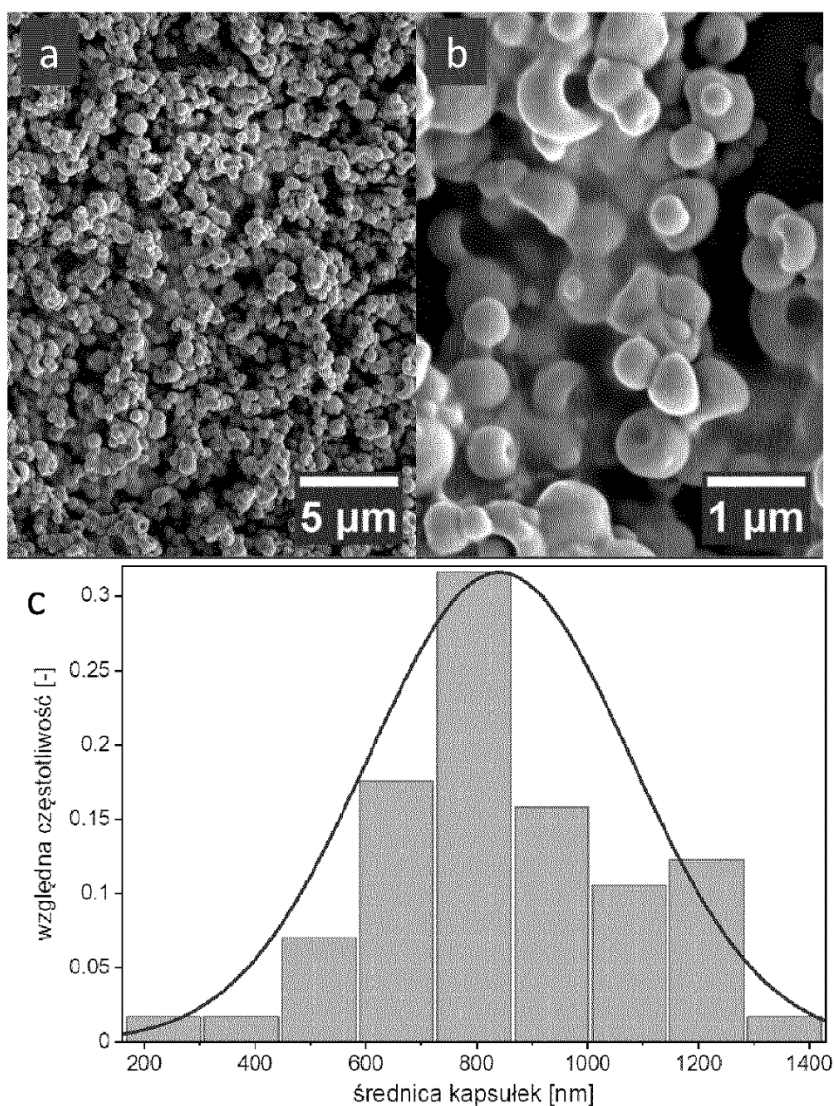


Fig. 1