

INSTRUKCJA

Procesu suszenia rozpyłowego

Wioletta Krawczyńska

w ramach realizacji projektu ProBioKap

„Prozdrowotne dodatki do żywności zawierające immobilizowane nienasycone kwasy tłuszczowe oraz bakterie probiotyczne otrzymywane metodą suszenia rozpyłowego”

nr POIG.01.03.01-32-193/09-06



Spis treści :

1. Podstawowe pojęcie	3
1.1. Emulsje	3
1.2. Materiały	4
2. Proces suszenia rozpyłowego	5
3. Instrukcja otrzymywania emulsji	5
4. Instrukcja procesu suszenia rozpyłowego	6

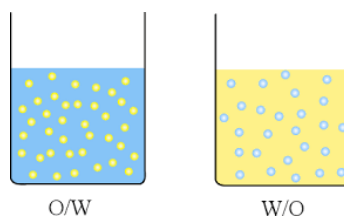
1. Podstawowe pojęcia

1.1 Emulsje

Emulsja jest mieszaniną dwóch lub więcej płynów, które normalnie są niemieszalne. Emulsje są częścią bardziej ogólnej klasy układów dwufazowych materii zwanych koloidami. Chociaż terminy koloidy i emulsje są czasami używane wymiennie. Pojęcie emulsji powinno być stosowane, wtedy gdy faza rozproszona i faza ciągła są cieciami. Emulsją nazywamy układ, gdy jedna ciecz (faza rozproszona) jest rozproszona w drugiej (w fazie ciągłej).

Klasyfikacja emulsji:

- a) oparte na fazie rozproszonej (Rys.1):
 - olej w wodzie (o / w): kropelki oleju rozproszone w wodzi (np. lody i mleko);
 - woda w oleju (w / o): krople wody rozproszone w oleju (np. masło i margaryna)
- b) na podstawie wielkości kropelek cieczy:
 - 0,2 - 50 mm - makroemulsje (kinetycznie stabilne)
 - 0.01 - 0.2 mm - mikroemulsje (termodynamicznie trwałe).



Rys.1. Typy emulsji: o/w i w/o

Emulsyfikacja

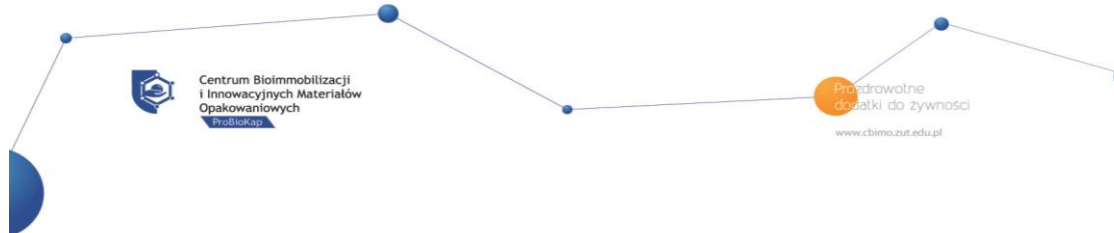
Proces emulsyfikacji polega na mieszaniu oleju i wody. Jednakże taka emulsja zaczyna rozkładać się natychmiast po przygotowaniu. Celem emulgowania jest ustabilizowanie stanu emulsji aby zapobiegać rozbiciu, które występują na skutek:

- kremowania lub opadania - czyli migracja zdyspergowanej fazy (kropelki oleju) emulsji lub opadania kropelek wody z emulsji ze względu na różnice gęstości pomiędzy olejem i wodą,
- agregacji lub flokulacji – czyli grupowanie kropelek w emulsji bez zmiany obszaru powierzchniowego
- koalescencji – czyli połączenie kropelek do postaci większych kropelek z zmniejszeniem całkowitego obszaru powierzchni.

Do stabilizacji emulsji wykorzystuje się emulgatory, które umożliwiają powstanie emulsji oraz zapewniają jej trwałość. Gromadzą się one na powierzchni granicznej, prowadząc do powstania trwałych miceli. Emulgatory można podzielić na cztery grupy: anionowo czynne, kationowo czynne, niejonowe i stałe. W naturze ważnym emulgatorem jest lecytyna rozpraszająca drobiny tłuszczów w wodnych roztworach białek i węglowodanów.

Działanie emulgatorów:

- zmniejszenie napięcia międzyfazowego;
- tworzy barierę pomiędzy fazami;
- wspieranie tworzenia emulsji;
- otrzymywanie mniejszych kropli;



- wspomaganie stabilność (powyżej tygodnia i dłużej).

1.2. Materiały

A) Skrobia

Skrobia jest węglowodanem składającym się z dużej liczby jednostek glukozy połączonych wiązaniami glikozydowymi. Składa się ona z dwóch typów makromolekuł: liniowej amylozy i rozgałęzionej amylopektyny. Zależnie od rośliny, skrobia zawiera na ogół od 20 do 25% amylozy i od 75 do 80% wagowych amylopektyny. Polisacharyd ten jest wytwarzany przez większość roślin zielonych jako zasobnik energii. Jest to najczęściej wykorzystywany węglowodan w diecie człowieka, a znajduje się w dużych ilościach w takich artykułach żywnościowych jak ziemniaki, żyto, kukurydza, ryż i maniok.

Zastosowanie jako dodatek do żywności

Jako dodatek skrobie spożywcze są zwykle używane jako zagęstniki i stabilizatory w produktach takich jak puddingi, kremy, zupy, sosy, sosów, sałatek oraz do klusek i makaronów.

B) Maltodekstryna

Maltodekstryna jest mieszaniną oligo- i polisacharydów z grupy poliglukoz, która jest stosowana jako dodatek do żywności. Jest ona wytwarzana ze skrobi przez częściową hydrolizę i zwykle występuje w postaci białego higroskopijnego wysuszonego rozpyłowo proszku.

Maltodekstryna jest łatwo przyswajalna, wchłaniana tak szybko jak glukoza i może być umiarkowanie słodka lub prawie bez smaku. Jest powszechnie stosowana w produkcji napojów gazowanych i słodczy. Może wchodzić w skład przetworzonej żywności. Maltodekstrynę stosuje się jako niedrogi dodatek do zagęszczania produktów żywnościowych. Jest ona również stosowana jako wypełniacz w zastępczych cukru oraz innych składników żywności.

C) Bakterie probiotyczne

Probiotyki zwane również *czynnościową żywnością* – podawane doustnie wyselekcjonowane kultury bakteryjne lub drożdży, najczęściej bakterie kwasu mlekowego (*Lactobacillus*), których zadaniem jest korzystne dla zdrowia działanie w przewodzie pokarmowym, poprzez immunomodulację oraz zachowywanie prawidłowej flory fizjologicznej.

D) Tran z wątroby ryb

Tran to koncentrat oleju mieszanina trójacylogliceroli otrzymywany ze świeżej wątroby dorsza atlantyckiego lub innych ryb z rodziny dorszowatych. Tran zawiera unikalną kompozycję niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT) z grupy omega-3 w tym te najważniejsze, czyli kwas eikozapentaenowy (EPA) i dokozaheksaenowy (DHA) i omega-6 oraz witamin A i D, które są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu, zwłaszcza w okresie wzrostu. 1 kapsułka tranu zawiera średnio 300-1250 j.m. witaminy A, w związku z tym już 2 kapsułki pokrywają dzienne zapotrzebowanie na tę witaminę (według danych IŻIŻ w Warszawie u dorosłych wynosi ono ok. 800 j.m.). Podobnie jest z witaminą D3 - jedna kapsułka tranu zawiera 30-125 j.m. witaminy D3, przy czym dzienne zapotrzebowanie na tę witaminę wynosi 200 j.m.

2. Proces suszenia rozpyłowego



Suszenie rozpyłowe składa się z czterech głównych etapów, które obejmują:

- rozpylanie,
- kontakt rozpylonego surowca z czynnikiem suszącym,
- odparowanie rozpuszczalnika (wody),
- oddzielenie produktu od powietrza.

Surowiec pompowany jest do dyszy (najczęściej z wykorzystaniem pompy gwarantującej stały i równomierny przepływ np. za pomocą pompy perystaltycznej) a następnie rozpylany w komorze w której odbywa się przepływ gorącego gazu suszącego. W czasie rozpylania woda znajdująca się na powierzchni kropelki zostaje szybko odparowana. W efekcie surowiec w stanie ciekłym jest przekształcany w postać ciała stałego - proszku. Na wydajność procesu suszenia rozpyłowego substancji aktywnych biologicznie ma wpływ wiele czynników, m.in. temperatura powietrza wlotowa i wylotowa, rodzaj i stężenie materiału otoczkującego oraz czasu suszenia. Suszenie rozpyłowe jest często opisywane jako metoda bardzo agresywną ze względu na używanie wysokich temperatur. W wysokich temperaturach termolabilne składniki mogą zostać uszkodzone lub inaktywowane.

Rozpylanie w procesie suszenia rozpyłowego prowadzi do powstawania bardzo dużych powierzchni. Rozpylanie odbywa się za pomocą dyszy obrotowych, dysz pneumatycznych, ciśnieniowych oraz dysz ultradźwiękowych. Płynny wsad transportowany jest do urządzenia rozpylającego przy pomocy pompy perystaltycznej. Szybkość przepływu/podawania wsadu mierzona jest w mL/min. (dla małych suszarek w skali laboratoryjnej), podczas gdy dla suszarki przemysłowych wielkości zazwyczaj mierzone są w L/h. Parametr przepływu jest regulowany w celu zapewnienia pożądanego poziomu suszenia.

Kontakt roztworu cieczy z gorącym czynnikiem suszącym odbywa się w komorze suszącej. Temperatura czynnika suszącego jest znana jako temperatura suszenia, ponieważ jest to parametr decydujący o szybkości odparowaniu wody co w rezultacie pozwala na uzyskanie produktu końcowego o określonych parametrach fizycznych.

Czynnikiem suszącym w zależności od rodzaju i wrażliwości substancji rozpuszczonych może być powietrze, azot lub dwutlenek węgla. Kolejnym parametrem kontrolowanym podczas procesu jest szybkość i natężenie przepływu czynnika suszącego. Produkt może być suszony w układzie współprądowym oraz przeciwprądowym. W układzie współprądowym, kropelki są rozpylane w tym samym kierunku zgodnym ze strumieniem gorącego czynnika suszącego. W systemie przeciwprądowym, ciecz rozpylana jest w kierunku przeciwnym do kierunku przepływu gorącego powietrza.

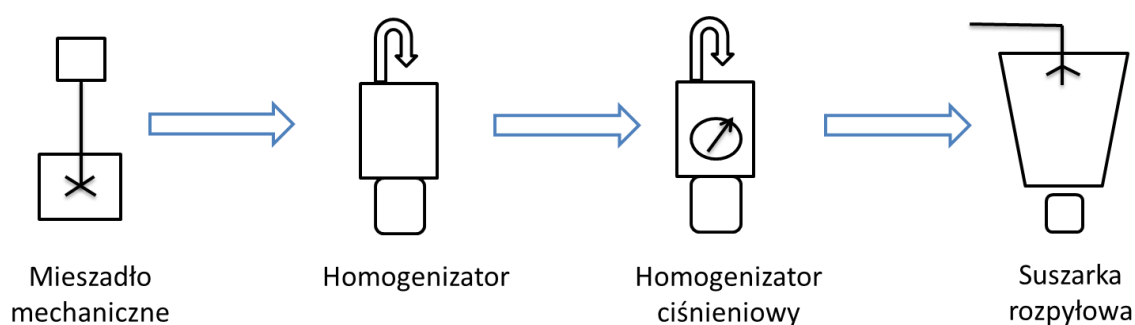
3. Instrukcja otrzymywania emulsji

Sposób wytwarzania emulsji oparty jest na wynalazku pt.: Sposób wytwarzania prozdrowotnego produktu spożywczy, zgł. Pat. PL P405572 i PCT/PL2013/050037 (2013). Otrzymanie produktu w postaci immobilizatu polega na wytworzeniu emulsji, jej homogenizacji i suszeniu rozpyłowym. Na początku przygotowana jest faza ciągła. Do wody dodawane są naturalne polimery lub modyfikowane naturalne polimery, maltodekstryna lub mieszanina maltodekstryn o różnych równoważnikach glukozy i/lub syrop glukozy w łącznej ilości od 10,6 do 30% masowych a następnie intensywnie mieszane. Najczęściej do otrzymania fazy ciągłej stosuje się maltodekstrynę o wskaźniku glukozy od 11 do 20. Można zastosować jedną dowolnie wybraną maltodekstrynę lub syrop glukozy zamiast mieszaniny maltodekstryn. Niemniej jednak produkt tak otrzymany będzie charakteryzował się gorszą jakością. Użycie samej maltodekstryny, bez udziału polimeru obniży stabilność emulsji. Następnie do przygotowanej fazy ciągłej dodaje się intensywnie mieszając

fazę rozproszoną. Fazę rozproszoną otrzymuje się podczas krótkiego mieszania trójacylogliceroli będących źródła niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych NNKT z emulgatorem z grupy oksyetylenowanych estrów kwasów tłuszczowych i sorbitolu i/lub z emulgatorem z grupy estrów kwasów tłuszczowych i sorbitolu oraz aby obniżyć proces utleniania mogą zostać dodane naturalne antyutleniacze. Kolejność dodawania składników w fazie rozproszonej nie ma znaczenia. Ważne jest, by ujednorodnienie mieszaniny miało miejsce w czasie jak najkrótszym (maksymalnie do 10 minut) oraz by mieszanie przebiegało bez tworzenia charakterystycznego „leja”. Udział emulgatora z grupy oksyetylenowanych estrów kwasów tłuszczowych i sorbitolu wynosi od 0 do 1. Po połączeniu fazy ciągłej i fazy rozproszonej uzyskuje się preemulsję, w której udział objętościowy fazy rozproszonej wynosi w zakresie od 0,1 do 0,3. Preemulsję poddaje się homogenizacji uzyskując emulsję pierwotną, do której dodaje się ożywioną biomasę mikroorganizmów probiotycznych i łagodnie miesza uzyskując jednorodne połączenie dyspersji mikroorganizmów i emulsji. Temperatura podczas mieszania nie powinna przekroczyć 45°C.

Etapy i najważniejsze parametry procesu przygotowania emulsji (Rys 2):

1. Wytworzenie emulsji składającej się ze polimerów naturalnych i modyfikowanych, maltodekstryny, tranu, substancji antyutleniającej oraz emulgatorów.
2. Homogenizacja preemulsji w wyniku której otrzymuje się emulsję pierwotną. Zarówno fazę ciągłą i preemulsję wytwarza się w mieszalniku z mieszadłem turbinowym wyposażonym w specjalne przegrody. Preemulsję aby była jak najmniej poddawana na działanie czynników utleniających powinno wytwarzać się z zastosowaniem gazu obojętnego jakim jest azot. Tak uzyskaną preemulsję poddaje się trzykrotnej homogenizacji mechanicznej w homogenizatorze 12 stopniowym o naprężeniach ścinających o wartości 2kPa.
3. Dodanie biomasy. Do emulsji pierwotnej dodaje się w temperaturze 27°C ożywioną biomasę bakterii probiotycznych *Lactobacillus rhamnosus* GG w postaci odwirowanego osadu komórek bakteryjnych w ilości $2,21 \times 10^{12}$ jtk (jednostek tworzących kolonie) na mililitr emulsji. Składniki łagodnie miesza się uzyskując jednorodną emulsję. Tak przygotowaną emulsję podaje się procesowi suszenia rozpyłowego.



Rys. 2. Schemat linii technologicznej opracowanej podczas realizacji projektu o akronimie „ProBioKap”.

4. Instrukcja procesu suszenia rozpyłowego

Emulsję poddaje się suszeniu rozpyłowemu z wykorzystaniem suszarki rozpyłowej (Micra Spray 150, Anhydro, Dania) o temperaturze powietrza suszącego w zakresie 140 - 180°C i temperaturze u wlotu do cyklonu w zakresie od 50 do 85°C otrzymując proszek w postaci mikrokapsuł z immobilizowanymi trójacyloglicerolami zawierającymi nienasycone kwasy tłuszczowe i mikroorganizmy probiotyczne.

Szczegółowy opis procesu suszenia rozpyłowego:

Otrzymaną emulsję poddaje się procesowi suszenia rozpyłowego na suszarce ¼ technicznej. Suszarka rozpyłowa ¼ techniczna jest zaprojektowana do prowadzenia w skali doświadczalnej i małej skali produkcyjnej procesu szybkiej, niskotemperaturowej konwersji ciekłych surowców w sypki suchy produkt. Surowiec w formie roztworu, zawiesiny transportowany jest przy użyciu pompy perystaltycznej ze zbiornika zasilającego do urządzenia rozpyłowego, gdzie rozpraszany jest w formie chmury drobnych kropelek wewnątrz komory suszącej. Emulsję rozpyła się za pomocą atomizera rotacyjnego, krople cieczy kontaktują się współprądowo z przepływającym strumieniem powietrza. Powietrze suszące ogrzewane jest w elektrycznej nagrzewnicy, a następnie wprowadzane jest do komory suszącej. Proces suszenia odbywa się w temperaturze 180°C. W komorze suszącej dochodzi do kontaktu kropli surowca z gorącym powietrzem, co powoduje odparowanie rozpuszczalnika. Cząstki proszku wraz z powietrzem przesyłane są do cyklonu gdzie temperatura powietrza wylotowego osiąga 75°C. W cyklonie proszek oddzielany jest od powietrza. Proszek zbierany jest w zbiorniku znajdującym się pod cyklonem. Wielkość cząstek produktu kontroluje się poprzez szybkość wirowania dysku atomizera, w przypadku stosowania obrotowego mechanizmu rozpyłowego.

Otrzymany proszek zawiera w swoim składzie immobilizowane bakterie probiotyczne – mieszaninę *Lactobacillus rhamnosus* GG i *Lactobacillus plantarum* 299v, które w produkcie końcowym znajdują się łącznie w ilości $8,63 \times 10^8$ jtk na gram proszku.

Etapy i najważniejsze parametry suszenia rozpyłowego:

- 1) Przygotowanie suszarki rozpyłowej do procesu suszenia poprzez ustawienie parametrów procesu:
 - temperatura wlotowa – 180°C
 - aspirator - 80%
 - pompa – 120 ml/min.
 - ciśnienie na atomizerze rotacyjnym – 6 bar
 - prędkość obrotowa atomizera 42000 obr/min
- 2) Stabilizacja parametrów.
- 3) Rozpoczęcie procesu suszenia rozpyłowego w tym kontrola parametrów procesu suszenia rozpyłowego głównie temperatury wylotowej na poziomie 75°C.
- 5) Zakończenie procesu suszenia rozpyłowego.