

PROCESO PARA LA FABRICACIÓN DE OLEOGELES EN POLVO Y OLEOGELES EN POLVO OBTENIDOS POR DICHO PROCESO.

5

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se enmarca en el campo de la química de alimentos y la biotecnología, especialmente con procesos para la fabricación de oleogeles en polvo para alimentos saludables bajos en grasa como una alternativa de alimentos que ayudan a regular las tasas de sobrepeso.

ESTADO DE LA TECNICA

En la actualidad, existe una gran variedad de alimentos que comprenden en su formulación grasas que tienen un contenido de ácidos grasos saturados y trans que les proporciona característica de textura, sabor y firmeza deseables. Sin embargo, existen estudios que demuestran que el consumo de estas grasas aumenta el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, por lo que la Organización Mundial de la Salud recomendó limitar el consumo de grasas saturadas a valores inferiores de 10% de la ingesta calórica diaria.

Dadas estas condiciones, se ha propuesto como una alternativa saludable para sustituir las grasas saturadas y trans, los oleogeles a base de aceites de elevado contenido nutricional, en donde dichos oleogeles corresponden a sistemas o composiciones que comprenden aceite líquido que hace las veces de una fase continua, el cual se encuentra inmovilizado en una red de moléculas capaces de gelificar.

En este sentido, existe la necesidad aún no satisfecha de proporcionar un proceso de fabricación o producción de oleogeles para el sector de alimentos, en donde se obtengan oleogeles en polvo susceptibles de ser reconstituidos y en donde el proceso comprenda etapas de homogenización, micro fluidización y secado por aspersión en donde se obtenga oleogeles en polvo que luego sean reconstituidos a su fase de oleogeles manteniendo sus propiedades deseables de contenido nutricional.

RESUMEN

La presente invención está dirigida a un proceso de fabricación u obtención de oleogeles en polvo, en donde el proceso comprende etapas de etapas de homogenización, micro fluidización y secado por aspersión.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La figura 1 muestra las gráficas de los modelos de las variables de respuesta en función de la temperatura de entrada y de salida del diseño de experimentos de secado para la obtención del oleogel en polvo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En un primer aspecto, la invención abarca un proceso de obtención o fabricación de oleogeles en polvo con alto contenido nutricional, en donde el proceso comprende etapas de etapas de homogenización, microfluidización y secado por aspersión. En un segundo aspecto, la invención abarca oleogeles en polvo obtenidos mediante el proceso de la presente invención, en donde los oleogeles se encuentran en polvo y son susceptibles de reconstitución para volver a su fase de oleogel manteniendo sus propiedades nutricionales y de modificador de textura.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un proceso para la obtención o fabricación de oleogeles en polvo, en donde el proceso se caracteriza porque contiene las siguientes etapas:

- a) Proporcionar los componentes del oleogel tales como proteínas, el aceite natural o vegetal y los otros componentes necesarios para la composición;
- b) Mezclar los componentes hasta una homogenización completa mediante una agitación a una velocidad entre 200 rpm y 600 rpm, preferiblemente a 450 rpm durante un tiempo de 1 hora hasta 3 horas, preferiblemente 2 horas;
- c) Microfluidizar la mezcla obtenida en la etapa b) a una presión entre 100 MPa y 150 MPa, preferiblemente entre 103.42 MPa y 137.9 MPa;

d) Someter la mezcla obtenida en la etapa c) a secado por aspersión, en donde la temperatura del sistema se encuentra a la entrada entre 100°C y 250°C, más de preferencia entre 150°C y 220°C y una temperatura de salida entre 60°C y 150°C, más de preferencia entre 90°C y 110°C;

5 e) Empacar el oleogel en polvo obtenido en la etapa e).

De acuerdo con el proceso de obtención de oleogeles en polvo de acuerdo con la presente invención, en la etapa a) se pueden agregar proteínas, tales como proteínas globulares tales como hemoglobina, inmunoglobulina (suero bovino) de albúmina, 10 ovoalbúmina, beta-lactoglobulina, proteína de soya, entre otras.

El aceite incluido que se incluye en la etapa a) del proceso de acuerdo con la presente invención puede comprender cualquier aceite natural o vegetal tal como aceite de coco, aceite de maíz, aceite de semilla de algodón, aceite de semilla de 15 lino, aceite de linaza, aceite de oliva, aceite de palma, aceite de cacahuete, aceite de cártamo, aceite de soya y aceite de girasol, entre otros. Además, puede incluir uno o más aceites de semilla de uva, aceite de sésamo, aceite de argán, aceite de arroz, salvado de arroz, aceite de algas, aceite de canola, aceite de núcleo de condensación de maíz y aceite de Echium. Además, puede incluir uno o más aceites 20 de petróleo, de pescado, todos solos o en combinación de los mismos.

Los otros componentes necesarios para la composición pueden incluir tensioactivos de origen sintético o natural, iónico o no iónicos. También pueden ser tensioactivos aniónicos como ácidos carboxílicos sus ésteres o cualquier otro tensioactivo grado 25 alimenticio. En una modalidad preferida de la invención, los tensioactivos son tensioactivos GRAS (generalmente reconocidos como seguros por sus siglas en ingles).

En la etapa b) del proceso, el orden de mezcla puede ser primero la fuente de 30 proteína en una proporción de entre el 4.8 – 5.5% p/p en agua. Al mismo tiempo se prepara una mezcla del aceite vegetal en una proporción entre el 5 y 10% p/p de concentración final en la mezcla del oleogel; y tensioactivo al 1% p/p en proporción al aceite vegetal. Posteriormente se adiciona lentamente la mezcla de aceite vegetal a la solución de suero de leche en agitación constante en un ultraturrax desde 10000 35 rpm hasta 15000 rpm durante 5 a 15 min, más de preferencia durante 10 minutos.

En la etapa c) del proceso de acuerdo con la presente invención, las condiciones adicionales para la microfluidización son una pre-homogenización con ultraturrax

entre 10000 a 15000 rpm por 2 min y posteriormente se microfluidiza entre 103.42 MPa y 137.9 MPa de a 2 a 3 ciclos, sin control de temperatura.

En la etapa d) el secado por aspersión comprende además las condiciones de presión entre 1.7 bar (0.17 MPa) y 2.0 bar (0.2 MPa), preferiblemente con una temperatura de entrada de 190°C y una temperatura de salida 95°C y un flujo de alimentación entre 55 a 75 mL/min.

En la etapa final e) el empacado de hace de forma convencional en bolsas, recipientes, en donde el empacado de hace a condiciones de esterilidad, protegiendo el polvo de la luz y bajo condiciones normales de almacenamiento de productos alimenticios.

Los oleogeles en polvo obtenidos mediante el proceso de acuerdo con la presente invención son oleogeles que comprenden 12.4% de aceite en relación peso a peso de la composición de oleogel en polvo final, 80% de suero de leche y 3.59% de agua en relación peso a peso.

EJEMPLO DE LA MEJOR MANERA DE LLEVAR A CABO LA INVENCION

Ejemplo 1

Pruebas de desarrollo de oleogeles en polvo

1. Preparación de la emulsión

Se inicia preparando una emulsión aceite en agua de suero de leche y aceite de palma alto oleico, utilizando lecitina de soya como tensoactivo. Brevemente, se solubiliza el suero de leche en agua hasta que la mezcla queda homogénea. Al mismo tiempo una mezcla de aceite de palma alto oleico y lecitina de soya se prepara al 1 % w/w de la lecitina respecto a la cantidad de aceite. Posteriormente se adiciona lentamente la mezcla del aceite de palma alto oleico a la solución de suero de suero de lecho bajo agitación en un ultraturrax a 15000 rpm durante 10 min. La emulsión resultante se lleva al microfluidizador a 17545 psi (120,97 MPa) por 3 ciclos, sin control de temperatura.

2. Diseño del secado de la emulsión

Se llevó a cabo el diseño de experimentos (Tabla 1) para la optimización del proceso de obtención del oleogel en polvo, donde las variables de respuesta fueron las

5

diferencias entre propiedades del perfil de textura de un helado realizado reemplazando la crema de leche por el oleogel en polvo obtenido por medio del secado por aspersión y el helado de crema casero común con crema de leche. La emulsión descrita en el numeral anterior se alimentó al secador con las condiciones de proceso descritas en la tabla 1 para cada una de las corridas obteniéndose un polvo de oleogel con propiedades fisicoquímicas diferentes según las variables del secador. Posteriormente este polvo fue reconstituido para la preparación de helados caseros reemplazando la crema de leche en la misma proporción de esta.

10

15

Los helados se pusieron en el congelador a -20°C por un tiempo entre 24 y 72 horas según indicara la corrida del diseño de experimentos (tabla 1). Al término del tiempo de congelación, a los helados se les midió su perfil de textura en un texturometro TA.XT plus (Stable Micro Systems, UK) con una probeta cilíndrica de aluminio de 25 mm y una velocidad de 2 mms⁻¹ obteniendo así los parámetros de dureza, gomosidad, cohesividad, masticabilidad, elasticidad y viscosidad del helado. Estos parámetros fueron posteriormente contrastados con los blancos de los helados, los cuales fueron helados caseros usando la crema de leche en la misma formulación.

20

Tabla1. Diseño de experimentos para la obtención de oleogeles en polvo

Corrida	Ti (°C)	T ₀ (°C)	Almacenamiento de Helado (Horas)	Dureza	Cohesión	Elasticidad	Viscosidad	Masticabilidad	Gomosidad
1	200	70	72	5333,48	1,114	1	-294,83	5.943,63	5.943,63
2	150	70	72	4502,02	1,085	0,9996	-257,84	4.880,60	4.882,55
3	200	70	72	5890,11	1,065	0,9996	-790,22	6.272,88	6.275,39
4	150	100	24	4158,77	1,072	0,9997	-95,44	4.456,23	4.457,57
5	200	100	24	3689,93	1,055	0,9996	-248,40	3.892,31	3.893,87
6	200	100	72	4782,67	1,089	0,9998	-182,82	5.205,59	5.206,63
7	200	100	24	2566,45	1,899	1	-157,06	4.874,23	4.874,23
8	150	100	72	3315,83	1,274	1	-71,88	4.224,27	4.224,27
9	150	70	24	989,34	2,183	0,9997	-133,01	1.374,45	1.374,58
10	200	100	72	3508,46	1,138	0,9996	-220,84	3.991,04	3.992,64
11	150	70	24	743,58	1,933	0,9997	-56,54	1.436,83	1.437,26
12	150	100	72	2894,22	1,116	1	-184,28	3.229,32	3.229,32
13	200	70	24	4934,71	1,155	0,9999	-81,55	5.700,30	5.700,87

Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza para ver la influencia de los tratamientos en las variables de respuesta donde la mayoría de los modelos obtenidos se ajustaron a los resultados con un lack of fit (falta de ajuste) no significativo (p mayor 0.05), como se observa en la tabla 2. Adicionalmente se realizó una optimización por superficie de respuesta (Figura 1), donde la diferencia entre el óptimo experimental y el óptimo teórico obtenido por el análisis difirieron hasta en un 3% para las variables de respuesta. Los valores del secado óptimo son de temperatura de entrada 190°C y temperatura de salida 95 °C para un tiempo de congelación del helado de 40 horas.

Tabla 2. ANOVA de las variables de respuesta en el perfil de textura de los helados preparados con el oleogel

Respuesta	R ²		Valor P					
		Tipo de modelo	Falta de ajuste (Lack of fit)	Modelo	Tin (A)	Tout (B)	Tiempo(C)	Interacción (AB)
Dureza	0,8025	Lineal	0.7485	0,0022	-	0.0089	0,0030	-
Cohesión	0,8544	Lineal	0.2462	0,0001	-	-	0,0004	-
Elasticidad	0,8767	Lineal	0.0797	0.0311	-	-	0.0311	-
Viscosidad	0,8782	Lineal	0.1908	0,0002	-	-	0.0001	-
Masticabilidad	0,8169	2FI	0.8607	0.0001	0.0001	0.0299	-	0.0001
Gomosidad	0,9564	2FI	0.6610	0,0008	0.0001	0.0298	-	0.0001
$Dureza = 2674.79639 - 52.39129 * B + 39.45265 * C$								
$Cohesión = 1.00591 - 0.022787 * C$								
$Elasticidad = 3.142 * EXP^{-4} - 6.15079 * EXP^{-6} * C$								
$Viscosidad = 270.90446 - 6.03723 * C$								
$Masticabilidad = -51432.40417 + 274.54324 * A + 491.74767 * B - 2.69426 * A * B$								
$Gomosidad = -51442.32427 + 274.59818 * A + 491.83599 * B - 2.69475 * A * B$								

Ejemplo 2

El oleogel en polvo se sometió a una digestión *in vitro*, donde se simulan las diferentes fases del tracto gastrointestinal, y posteriormente se realizó la cuantificación de su perfil lipídico y de vitaminas, encontrando que la estructura del oleogel protege las vitaminas y ácidos grasos insaturados del paso por las diferentes condiciones del tracto gastrointestinal garantizando su nivel nutricional al llegar al intestino donde estos son usualmente absorbidos por las células epiteliales y la microbiota intestinal. Los valores del perfil lipídico del aceite solo y los oleogeles digeridos se presentan a continuación en la tabla 3. Los valores del perfil de vitamina E se encuentran en la tabla 4.

Tabla 3. Perfil lipídico de la fase gástrica e intestinal de la digestión *in vitro* del oleogel en polvo

Identificación muestra	Oleogel fase gástrica	Oleogel fase intestinal	HOPO (aceite de palma alto oleico)
Ácidos grasos	% p/p	% p/p	% p/p
Butírico (C4:0)	0.06123	0	0
Caproico (C6:0)	0.05165	0	0
Caprílico (C8:0)	0.04124	0	0
Cáprico (C10:0)	0.09634	0.13685	0
Undecanoico (C11:0)	0	0	0
Láurico (C12:0)	0.23435	0.40416	0.15944
Tridecanoico (C13:0)	0	0	0
Mirístico (C14:0)	0.8389	1.53844	0.38944
Miristoleico (C14:1n5)	0	0.11038	0
Pentadecanoico (C15:0)	0.12847	0.2377	0.06408
cis-10-Pentadecenoico (C15:1)	0	0.0528	0
Palmítico (C16:0)	28.49435	26.9348	27.45087
Palmitoleico (C16:1)	0.40644	0.83587	0.43754
Margárico (C17:0)	0.12823	0.26296	0.07582
cis-10-Heptadecenoico (C17:1)	0.07076	0.16202	0.05826
Estearico (C18:0)	3.3633	6.80772	2.48332
Elaidico (C18:1n9t)	0	0	0.09227
Oleico (C18:1n9c)	52.91382	49.68355	54.43781

Vaccénico (C18:1n7c)	1.35336	1.5604	1.37719
Linolelaídico (C18:2n6t)	0	0	0.17685
Linoleico (C18:2n6c)	10.97279	10.0057	11.84019
g-Linolenico (C18:3n6)	0	0	0
a-Linolenico (C18:3n3)	0.38041	0.43793	0.34819
Araquídico (C20:0)	0.29109	0.27447	0.26532
Gondoico (C20:1n9)	0.17327	0.21084	0.15028
cis-11,14-Eicosadienoico (C20:2n6)	0	0	0
Heneicosanoico (C21:0)	0	0	0
Eicosatrienoico (C20:3n6)	0	0	0
Araquidónico (C20:4n6)	0	0	0
cis-11,14,17-Eicosatrienoico (C20:3n3)	0	0.12724	0
cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoico (C20:5n3)	0	0	0
Behénico (C22:0)	0	0.06613	0.05619
Erúico (C22:1n9)	0	0	0
cis-13,16-Docosadienoico (C22:2n6)	0	0	0.02661
Tricosanoico (C23:0)	0	0	0
Lignocérico (C24:0)	0	0.15002	0.11033
Nervónico (C24:1n9)	0	0	0
cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoico (C22:6n3)	0	0	0

Tabla 4. Valores vitaminas fase gástrica e intestinal de la digestión *in vitro* del oleogel en polvo

CÓDIGO DE MUESTRA	HOPO (aceite de palma alto oleico)	Oleogel Fase gástrica	Oleogel fase Intestinal
Concentración δ -tocotrienol (mg·kg ⁻¹)	64.96	39.46	8.55
Concentración β + γ -tocotrienol (mg·kg ⁻¹)	530.51	334.18	7.47
Concentración α -tocotrienol (mg·kg ⁻¹)	253.83	113.93	60.15
Concentración δ -tocoferol (mg·kg ⁻¹)	0.00	0.00	0.00
Concentración β + γ -tocoferol (mg·kg ⁻¹)	0.00	3.92	4.62
Concentración α -tocoferol (mg·kg ⁻¹)	0.00	22.42	36.97

TOTAL VITAMINA E (mg·kg⁻¹)	849.31	513.90	117.76
--	---------------	---------------	---------------

Código de muestra:	HOPO (aceite de palma alto oleico)	Oleogel Fase gástrica	Oleogel fase Intestinal
Concentración α -caroteno (mg·kg ⁻¹)	44.59	9.86	<LD
Concentración β -caroteno (mg·kg ⁻¹)	113.47	57.89	<LD

TOTAL CAROTENOS (mg·kg⁻¹)	158.06	67.75	<LD
---	---------------	--------------	---------------

En relación con estos ejemplos, se puede evidenciar que los hidrogeles obtenidos mediante el proceso de acuerdo con la presente invención, proporciona una estructura en oleogel que protege las vitaminas y ácidos grasos insaturados del paso por las diferentes condiciones del tracto gastrointestinal garantizado su nivel nutricional al llegar al intestino donde estos son usualmente absorbidos por las células epiteliales y la microbiota intestinal.