(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 726 896**

(51) Int. CI.:

A23D 7/005 (2006.01)
A23D 7/02 (2006.01)
A23D 7/06 (2006.01)
A23L 27/60 (2006.01)
A23D 7/015 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.10.2016 PCT/EP2016/074205**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2017 WO17076580**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2016 E 16778830 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 3370537**

(54) Título: **Emulsión de gas en aceite en agua y método para su preparación**

(30) Prioridad:

06.11.2015 EP 15193359

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.10.2019

(73) Titular/es:

UNILEVER NV (100.0%)
Weena 455
3013 AL Rotterdam, NL

(72) Inventor/es:

BOT, ARJEN;
LUCIUS, ANITA, PERMATASARI y
WIERINGA, JAN, ALDERS

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Emulsión de gas en aceite en agua y método para su preparación

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una emulsión de gas en aceite en agua. La invención se refiere además a un método para la preparación de la emulsión de gas en aceite en agua.

Antecedentes de la invención

Las emulsiones alimentarias se conocen ampliamente. Por ejemplo, la margarina y la mantequilla son emulsiones de agua en aceite, y la mayonesa y los aliños para ensaladas son emulsiones de aceite en agua. También se conocen las emulsiones dobles, y habitualmente éstas son emulsiones de aceite en agua en aceite, o de agua en aceite en agua. Alternativamente, las emulsiones dobles pueden ser emulsiones de gas en aceite en agua (gases como el aire) o emulsiones de gas en agua en aceite. La ventaja de una emulsión de gas en aceite en agua es que parte del aceite se sustituye por burbujas de gas, lo que conduce a un producto más ligero (menos aceite) con una estructura y propiedades similares a una emulsión de aceite en agua normal. El consumo de tal producto conduce a una reducción de la ingesta calórica para el consumidor, sin comprometer la calidad del producto alimenticio, ya que las burbujas de gas no se observan habitualmente. Además, el producto tiene una densidad menor que el producto no aireado, por tanto es más barato de transportar desde la planta de producción hasta el consumidor, y con ello puede ahorrarse energía, ya que tiene que transportarse menos peso por volumen unitario.

Diversas publicaciones describen emulsiones de gas en aceite en agua. Ninguna de las siguientes publicaciones citadas menciona la estabilidad a largo plazo de tales emulsiones, por ejemplo días o semanas, que se requiere para su aplicación satisfactoria en productos alimenticios.

M. Brun *et al.* (Food Research International, 2015, 67, 366-375) describen una espuma de aceite y una emulsión de aire en aceite en agua, en las que la fase acuosa contiene hidrocoloides. Se usaron mono y diglicéridos destilados de ácidos grasos saturados comestibles para dispersar burbujas de aire en aceite de colza, hasta una fracción volumétrica de aire de aproximadamente el 55%. Las burbujas de aire se protegen frente a la coalescencia y maduración de Ostwald mediante una capa densa de cristales, lo que conduce a una espuma de aceite estable. Las gotitas de aceite se dispersaron en una fase acuosa continua usando caseinato de sodio o goma arábiga como emulsionante y, como tensioactivo, a una fracción volumétrica de aceite aireado de aproximadamente el 5% en volumen. Las imágenes muestran que se forman gotitas de aceite que tienen un diámetro que oscila entre aproximadamente 40 y 400 micrómetros. Las gotitas de aceite contienen burbujas de aire que tienen un tamaño de aproximadamente 10 a 20 micrómetros, que se estabilizan mediante una capa de mono y diglicéridos.

El documento JP2008-168175A2 da a conocer una emulsión de gas en aceite en agua, para preparar microburbujas estables. La fase acuosa contiene SDS (dodecilsulfato de sodio) como emulsionante. La fase oleosa es aceite de soja o tetradecano.

Otros artículos científicos también dan a conocer emulsiones de gas en aceite en agua, por ejemplo Joye *et al.* (Journal of agricultural and food chemistry, 2014, 62, 2623-2630), Xu *et al.* (Lab Chip, 2012, 12, 2029-2036), Lu *et al.* (Lab Chip, 2013, 13, 3355-3359) y Corkidi *et al.* (Chemical engineering research and design, 2012, 90, 1727-1738).

Se conocen sucroésteres de ácidos grasos para su uso en productos alimenticios, y se han usado en la aireación de productos alimenticios. Se han dado a conocer para la aireación de fases acuosas, así como de fases oleosas.

El documento WO 2012/130611 A1 da a conocer una emulsión de aceite en agua comestible que contiene sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB de más de 15. Se dispersan burbujas de gas en la fase acuosa mediante el batido de la emulsión.

El documento WO 2008/110502 A1 da a conocer una emulsión de aceite en agua aireada que contiene sucroéster de ácidos grasos, en particular estearato de sacarosa y palmitato de sacarosa. En estas emulsiones, en primer lugar se dispersa el aceite en la fase acuosa, seguido por la aireación de la emulsión. De este modo, se airea la fase acuosa.

El documento WO 2015/036164 A1 da a conocer productos continuos grasos comestibles que comprenden sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 2 y 7, y un agente antisalpicaduras particulado.

El documento WO 2013/149816 A1 da a conocer un método para la producción de emulsiones de agua en aceite aireadas. Se mezcla una mezcla aireada de un aceite y un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 con una emulsión de agua en aceite. Esto conduce a una fase continua de aceite con burbujas de gas y gotitas de agua dispersas.

El documento WO 2013/174585 A1 da a conocer un aceite vegetal aireado que contiene un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 y una hidrofobina. Este aceite carece de agua. Los documentos WO 2012/041629 A1, WO 2012/041630 A1 y WO 2012/041631 A1 dan a conocer composiciones de chocolate aireadas, que comprenden sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB por debajo de 9. Estas composiciones de chocolate carecen de agua.

El documento WO 2012/085077 A1 da a conocer un producto de confitería congelado recubierto por un recubrimiento continuo graso aireado que comprende un sucroéster de ácidos grasos con un valor de HLB de entre 1 y 9. El recubrimiento carece de agua.

El documento WO 2006/035543 A1 se refiere a una emulsión del tipo de aceite en agua que tiene un sabor suave.

El documento NL7811439 se refiere a un método para la preparación de una emulsión batida, en particular una emulsión de aceite en agua.

Ninguna de estas referencias da a conocer el uso de sucroésteres de ácidos grasos para estabilizar emulsiones de gas en aceite en agua.

Sumario de la invención

Se conocen las emulsiones de gas en aceite en agua, no obstante no se ha mostrado la estabilidad de tales emulsiones a lo largo de periodos de tiempo prolongados (días, semanas). Además, los prototipos han mostrado que tienen una baja proporción de fase oleosa dispersa. Así, un objetivo es proporcionar emulsiones de gas en aceite en agua que sean estables durante un periodo de tiempo de días o semanas, y que contengan una fase oleosa dispersa que esté a un nivel tal que pueda usarse la emulsión como producto alimenticio como una mayonesa, un aliño para ensaladas, u otros tipos de emulsiones de aceite en agua.

Ahora se ha desarrollado una emulsión de gas en aceite en agua de este tipo combinando una mezcla de sucroéster de ácidos grasos en agua, con un aceite aireado que contiene el mismo sucroéster de ácidos grasos. El aceite aireado se dispersa en la fase acuosa, para dar un producto que contiene gotitas de aceite que contienen burbujas de gas en una fase acuosa continua. La emulsión de gas en aceite en agua es estable frente a la exudación de aceite, separación de fases e inversión de fases durante al menos dos meses.

Por consiguiente, en un primer aspecto la invención proporciona una composición en forma de una emulsión de gas en aceite en agua, que comprende una fase dispersa de gotitas de aceite en una fase acuosa continua, en la que las gotitas de aceite contienen burbujas de gas dispersas, y que comprende además un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7, y en la que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar.

Según un segundo aspecto de la invención, la presente invención proporciona un método para la preparación de una composición según el primer aspecto de la invención, que comprende las etapas de:

a) proporcionar una mezcla de agua y sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 a una temperatura de al menos 60ºC;

b) llevar la mezcla de la etapa a) hasta una temperatura de menos de 60ºC, preferiblemente menos de 40ºC;

c) proporcionar una mezcla aireada de un aceite y un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7; y

d) dispersar la mezcla de la etapa c) en la mezcla de la etapa b).

En un tercer aspecto, la presente invención proporciona el uso de un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7, para estabilizar una composición en forma de una emulsión de gas en aceite en agua, que comprende una fase dispersa de gotitas de aceite en una fase acuosa continua, en el que las gotitas de aceite contienen burbujas de gas dispersas, y en el que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar.

Descripción detallada de la invención

Los porcentajes, a menos que se indique de otro modo, se refieren al porcentaje en peso (“% en peso”).

En caso de que un porcentaje se refiera a un porcentaje en volumen (“% en volumen”), entonces este se refiere a la fracción volumétrica en condiciones estándar.

"Condiciones estándar" quieren decir una temperatura de 20ºC y una presión de 1 atmósfera (1,01325 bar).

El término "aireado" significa que se ha incorporado gas de manera intencionada en una composición, por ejemplo mediante medios mecánicos. El gas puede ser cualquier gas, pero es preferiblemente, en el contexto de los productos alimenticios, un gas de calidad alimentaria tal como aire, nitrógeno, óxido nitroso o dióxido de carbono. El gas más preferido es aire o nitrógeno. Por tanto, el término "aireación" no se limita a la aireación usando aire, y también abarca "gasificación" con otros gases. La extensión de la aireación se mide generalmente en cuanto al "índice de aireación (*overrun)*" (con unidades de "%"), que se define como:

$$\text{índice de aireación} = \frac{\text{volumen de producto aireado-volumen de mezcla inicial}}{\text{volumen de mezcla inicial}} \text{x } 100\% \quad (1)$$

donde los volúmenes se refieren a los volúmenes de producto aireado y mezcla inicial sin airear (a partir de la que se produce el producto aireado). El índice de aireación se mide a presión atmosférica.

El índice de aireación de un producto aireado y la fracción volumétrica de gas en el producto aireado se relacionan generalmente del siguiente modo:

$$fracción\ volumétrica\ de\ gas\ (en\ \%) = 100\%\ x\ [índice\ de\ aireación/(100\% + índice\ de\ aireación)] \quad (2)$$

Después de su formación, una espuma será vulnerable al engrosamiento mediante mecanismos tales como flotación, maduración de Ostwald y coalescencia. Mediante la flotación, migran burbujas de gas bajo la influencia de la gravedad para acumularse en la parte superior de un producto. La maduración de Ostwald o desproporción se refiere al crecimiento de burbujas más grandes a expensas de las más pequeñas. La coalescencia se refiere a la fusión de burbujas de aire mediante la ruptura de la película entre ellas.

Un producto aireado estable en el contexto de la presente invención se define como que es estable durante al menos 30 minutos, se prefiere más durante al menos una hora, se prefiere más durante al menos un día, incluso se prefiere más durante al menos una semana, y lo mas preferido durante al menos un mes, y lo que se prefiere más durante varios meses. Una espuma estable puede definirse que va a ser estable con respecto al volumen de espuma, y/o tamaño de burbuja de gas total, y pierde como máximo el 20% de su volumen durante 1 mes de almacenamiento. Por otro lado, pueden existir sistemas que pierdan más del 20% de su volumen durante 1 mes de almacenamiento, que se consideran no obstante que tienen una buena estabilidad, ya que estabilidad de tales espumas es mucho mejor que espumas comparativas que no contienen sucroésteres de ácidos grasos. Las espumas cuyo tamaño de burbuja promedio aumenta considerablemente a lo largo del tiempo se considera que son menos estables que las espumas cuyo tamaño de burbuja promedio sigue siendo pequeño a lo largo del tiempo.

"Que puede servirse con cuchara" significa que una composición es semisólida pero que no fluye libremente en una escala de tiempo típica para ingerir una comida, lo que significa que no fluye libremente en un plazo de un periodo de tiempo de una hora. Puede introducirse en una muestra de tal sustancia una cuchara de un envase que contiene la composición.

"Que puede verterse" se entiende que significa que una composición fluye libremente; generalmente no se requiere que una cuchara tome una muestra de un envase que contiene una composición que puede verterse.

Valor de HLB

Los valores de HLB son una clasificación bien conocida de emulsionantes o mezclas de emulsionantes basada en la razón de las partes hidrófila e hidrófoba de los emulsionantes.

El valor de HLB viene dado por la ecuación HLB = $20*M_h/M$, donde M_h es la masa molecular de la parte hidrófila de la molécula y M es la masa molecular de la molécula completa, proporcionando así un valor en una escala arbitraria de 0 a 20. Para ésteres de ácidos grasos, HLB = 20 (1-S/A) donde

S = Índice de saponificación

A = Índice de acidez del ácido graso

Por tanto, un valor de HLB de 0 corresponde a una molécula completamente hidrófoba y un valor de HLB de 20 corresponde a una molécula completamente hidrófila. Son valores típicos de HLB:

de 0 a 3	un agente antiespumante
de 4 a 6	un emulsionante de agua en aceite
de 7 a 9	un agente humectante
de 8 a 18	un emulsionante de aceite en agua
de 13 a 15	un detergente

de 10 a 18	un solubilizante o un hidrótropo

Sucroéster de ácidos grasos

La definición de sucroéster de ácidos grasos en la presente invención son compuestos que son sucroésteres y uno o más ácidos grasos. Los sucroésteres de ácidos grasos pueden obtenerse mediante la esterificación de uno o más de los grupos hidroxilo de una molécula de sacarosa con ácidos grasos, para formar un mono, di, tri o multi-éster de ácidos grasos, o mezclas de los mismos. Como la sacarosa tiene 8 grupos hidroxilo, el número máximo de ácidos grasos que se esterifica con respecto a una molécula de sacarosa es de ocho, para formar un octa-éster de ácidos grasos de sacarosa. Una muestra comercial de sucroésteres de ácidos grasos puede comprender una mezcla de mono, di, tri, y multi-ésteres de ácidos grasos. En una muestra comercial, el grado de esterificación tiene generalmente una distribución, por tanto se expresa habitualmente en cuanto al grado de sustitución promedio (también denominado a continuación en el presente documento simplemente “grado de sustitución”).

Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos comprende un éster mixto o un homo-éster. Los ácidos grasos adecuados pueden variar tanto en longitud de cadena de alquilo como en grado de insaturación. Ácidos grasos adecuados son ácidos grasos saturados, incluyendo pero sin limitarse a, ácido cáprico, ácido láurico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido araquídico, ácido behénico, ácido lignocérico o ácido cerótico. Asimismo, también son adecuados ácidos grasos monoinsaturados, incluyendo pero sin limitarse a, ácido lauroleico, ácido miristoleico, ácido palmitoleico, ácido oleico, ácido gadoleico o ácido erúcico. De manera similar, también son adecuados ácidos grasos poliinsaturados, incluyendo pero sin limitarse a, ácido linoleico, ácido linolénico, ácido eleosteárico, ácido araquidónico o ácido cervónico. El ácido graso se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en ácido láurico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico y mezclas de los mismos. El ácido graso también influirá en la temperatura de fusión del sucroéster de ácidos grasos, de manera similar que para los triglicéridos.

Los sucroésteres de ácidos grasos también pueden ser mezclas de diferentes compuestos. En un modo, las mezclas de sucroésteres de ácidos grasos pueden ser mezclas en cuanto a compuestos con un grado de sustitución diferente. En un segundo modo, las mezclas de sucroésteres de ácidos grasos pueden ser mezclas de compuestos con diferentes tipos de ácidos grasos. Las mezclas de sucroéster de ácidos grasos también pueden ser mezclas según los modos primero y segundo simultáneamente. Por ejemplo, una mezcla de sucroéster de ácidos grasos con residuos tanto de ácido palmítico como de ácido esteárico puede comprender, por ejemplo, monoestearato de sacarosa, monopalmitato de sacarosa, diestearato de sacarosa, dipalmitato de sacarosa, monoestearato de monopalmitoilsacarosa, monoestearato de dipalmitoilsacarosa, etcétera. Para el propósito de esta invención, el término sucroéster de ácidos grasos pretende incluir tanto compuestos individuales como mezclas de compuestos individuales según los dos modos anteriores, a menos que se especifique de otro modo.

Aparte de su estructura, también pueden caracterizarse sucroésteres de ácidos grasos o mezclas por sus propiedades. La propiedad más notable es su equilibrio hidrófilo-lipófilo o valor de HLB. Están disponibles sucroésteres con un amplio intervalo de valores de HLB que se controlan mediante el grado de esterificación y el tipo de ácido graso usado. Todos los sucroésteres de proveedores comerciales son una mezcla de diferentes ácidos grasos con diferentes grados de esterificación. Los sucroésteres de ácidos grasos están aprobados en Europa y EE.UU. para su uso como aditivo alimentario, y en Europa se conocen como E473 - sucroésteres de ácidos grasos.

Composición de la invención

En un primer aspecto, la invención proporciona una composición en forma de una emulsión de gas en aceite en agua, que comprende una fase dispersa de gotitas de aceite en una fase acuosa continua, en la que las gotitas de aceite contienen burbujas de gas dispersas, y que comprende además un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7, y en la que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar.

Preferiblemente, la composición de la invención es una emulsión comestible. Los ejemplos de emulsiones que abarca la presente invención incluyen mayonesa, aliños, salsas y cremas. Preferiblemente, la emulsión de aceite en agua es una mayonesa o una salsa, lo más preferiblemente una mayonesa. Generalmente, una mayonesa de este tipo puede servirse con cuchara.

La mayonesa se conoce generalmente como una salsa espesa y cremosa que puede usarse como condimento con otros alimentos. La mayonesa es una emulsión continua acuosa estable de aceite vegetal, yema de huevo y, o bien vinagre o bien zumo de limón. En muchos países, el término mayonesa puede usarse sólo en el caso de que la emulsión se ajuste al “criterio de identidad”, que define la composición de una mayonesa. Por ejemplo, el criterio de identidad puede definir un nivel de aceite mínimo, y una cantidad de yema de huevo mínima. También pueden considerarse como mayonesas, productos similares a mayonesa que tienen niveles de aceite menores que los definidos en un criterio de identidad. Esta clase de productos contienen a menudo espesantes como almidón para estabilizar la fase acuosa. La mayonesa puede variar en cuanto a color, y generalmente es blanca, de color crema o amarillo pálido. La textura puede oscilar entre ligeramente cremosa y espesa, y generalmente la mayonesa puede

servirse con cuchara. En el contexto de la presente invención “mayonesa” incluye emulsiones con niveles de aceite que oscilan entre el 5% y el 85% en peso del producto. Las mayonesas en el contexto de la presente invención no tienen que ajustarse necesariamente a un criterio de identidad en ningún país.

El término “aceite” tal como se usa en el presente documento se refiere a lípidos seleccionados de triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos y combinaciones de los mismos. Preferiblemente, el aceite en el contexto de esta invención comprende al menos el 90% en peso de triglicéridos, más preferiblemente al menos el 95% en peso. Preferiblemente, el aceite contiene menos del 20% en peso de aceite sólido a 5ºC, preferiblemente menos del 10% en peso de aceite sólido. Se prefiere más que el aceite carezca de aceite sólido a 5ºC. Lo que se prefiere más es que el aceite sea líquido a 5ºC. Aceites preferidos para su uso en el contexto de esta invención son aceite vegetales que son líquidos a 5ºC. Preferiblemente, el aceite comprende aceite de girasol, aceite de colza, aceite de oliva, aceite de soja, y combinaciones de estos aceites.

Preferiblemente, la composición comprende sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 como único emulsionante aislado. La expresión “emulsionante aislado” significa que la composición contiene sólo el sucroéster de ácidos grasos como emulsionante que se ha añadido a la composición para que actúe como emulsionante. Esto no excluye la posibilidad de que la composición pueda contener emulsionantes que se añaden involuntariamente a la composición como parte de otro ingrediente. Por ejemplo, el aceite puede contener cantidades ínfimas de monoglicéridos o diglicéridos que pueden actuar como emulsionantes. Tales compuestos no están incluidos en la definición del “emulsionante aislado”.

Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 6, más preferiblemente entre 1 y 5, más preferiblemente entre 2 y 4. Se prefiere más que el sucroéster de ácidos grasos tenga un valor de HLB de 3. Preferiblemente, la concentración de sucroéster de ácidos grasos oscila entre el 2% y el 25% en peso de la composición, preferiblemente entre el 5% y el 15% en peso. Se prefiere más que la concentración oscile entre el 5% y el 12%, se prefiere más entre el 7% y el 12% en peso de la composición. Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos comprende uno o más compuestos elegidos del grupo que consiste en triestearato de sacarosa, tetraestearato de sacarosa, pentaestearato de sacarosa, tripalmitato de sacarosa, tetrapalmitato de sacarosa y pentapalmitato de sacarosa. Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos tiene una composición de éster en la que la cantidad de monoéster es como máximo del 40% de la cantidad total de éster, preferiblemente como máximo del 30%, preferiblemente como máximo del 20%.

Mitsubishi-Kagaku Foods Corporation (Tokio, Japón) suministra la gama de ésteres de azúcar Ryoto (de calidad alimentaria), que contiene entre otros laurato de sacarosa, estearato de sacarosa, palmitato de sacarosa, oleato de sacarosa y behenato de sacarosa. Sucroésteres de ácidos grasos preferidos para su uso en la presente invención son los estearatos de sacarosa S370, S570, S770 (que tienen valores de HLB de 3, 5 y 7, respectivamente), y son más preferidos S370, S570, y el más preferido es S370. Estos estearatos de sacarosa difieren en su contenido de monoéster y, por consiguiente, el valor de HLB de la mezcla. Otro proveedor de sucroésteres de ácidos grasos adecuados es Sisterna BV (Roosendaal, Países Bajos).

La composición de la invención comprende gotitas de aceite que contienen burbujas de gas, y la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar. Preferiblemente, la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas es como máximo del 60%, se prefiere más como máximo del 50% en volumen de la composición, se prefiere más el 40%, como máximo el 35% en volumen de la composición. Preferiblemente, la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas es de al menos el 10%, se prefiere más al menos el 15% en volumen de la composición (todos los intervalos en condiciones estándar).

Preferiblemente, la fracción volumétrica de gas disperso en las gotitas de aceite oscila entre el 2% y el 75% en volumen de las gotitas de aceite en condiciones estándar. Para evitar cualquier duda, el volumen de las gotitas de aceite incluye el volumen de burbujas de gas en las gotitas de aceite. Se prefiere más que la fracción volumétrica de burbujas de gas en las gotitas de aceite oscile entre el 5% y el 70%, se prefiere más entre el 10% y el 60% del volumen de las gotitas de aceite en condiciones estándar.

Por consiguiente, el gas disperso en las gotitas de aceite conduce a una composición aireada de la invención. Preferiblemente, la cantidad de gas en las gotitas de aceite es tal que la fracción volumétrica de gas disperso en las gotitas de aceite oscila entre el 0,5% y el 60% del volumen de la composición en condiciones estándar, preferiblemente entre el 1% y el 50% del volumen de la composición en condiciones estándar.

Preferiblemente, la composición de la invención comprende desde el 5% hasta el 70% en peso de aceite, preferiblemente desde el 5% hasta el 60% en peso de aceite. Preferiblemente, la cantidad de aceite es de al menos el 7% en peso, preferiblemente al menos el 10% en peso, preferiblemente al menos el 15% en peso. Preferiblemente, la cantidad de aceite es como máximo del 50% en peso, se prefiere más como máximo del 45% en peso, se prefiere más como máximo del 40% en peso, y se prefiere más como máximo del 35% en peso. Se considera que cualquier combinación de intervalos que use estos puntos finales mencionados también forma parte de la invención.

Las gotitas de aceite dispersas y aireadas tienen un tamaño tal que preferiblemente al menos el 90% del número de gotitas de aceite tiene un diámetro como máximo de 400 micrómetros, preferiblemente como máximo de 250 micrómetros. Preferiblemente al menos el 90% del número de gotitas de aceite tiene un diámetro como máximo de 200 micrómetros. Preferiblemente al menos el 95% del número de gotitas de aceite tiene un diámetro como máximo de 400 micrómetros, preferiblemente como máximo de 250 micrómetros, preferiblemente como máximo de 200 micrómetros.

Las gotitas de aceite pueden contener una o más burbujas de gas. A propósito, también puede haber gotitas de aceite que no contienen burbujas de gas. Preferiblemente al menos 90% del número de burbujas de gas tiene un diámetro como máximo de 150 micrómetros, preferiblemente como máximo de 100 micrómetros. Preferiblemente al menos el 90% del número de burbujas de gas tiene un diámetro como máximo de 60 micrómetros. Preferiblemente al menos el 95% del número de burbujas de gas tiene un diámetro como máximo de 150 micrómetros, preferiblemente como máximo de 100 micrómetros, preferiblemente como máximo de 60 micrómetros.

En una realización preferida, la composición comprende el sucroéster de ácidos grasos como único emulsionante aislado. En otra realización, la composición puede contener uno o más de otros emulsionantes que son habituales en productos alimenticios del tipo de emulsión de aceite en agua. Por ejemplo, la composición de la invención puede contener otros ingredientes que están presentes normalmente en una mayonesa. Preferiblemente, la composición comprende además yema de huevo, que es una fuente de fosfolípidos. Preferiblemente, la composición de la invención también contiene sal, por ejemplo sal común (NaCl), y/o vinagre u otro ácido. Una emulsión como una mayonesa puede prepararse con estos ingredientes. Si está presente, la concentración de sal oscila preferiblemente entre el 0,1 y el 2% en peso, se prefiere más entre el 0,2 y el 1,5% en peso.

En el caso de que esté presente yema de huevo, entonces preferiblemente la concentración de yema de huevo en la composición de la invención oscila entre el 1% y el 8% en peso de la emulsión, se prefiere más entre el 2% y el 6% en peso de la emulsión. La yema de huevo puede añadirse como componente de la yema de huevo, lo que significa en su mayor parte sin clara de huevo. Alternativamente, la composición también puede contener huevo entero, que contiene tanto clara de huevo como yema de huevo. La cantidad total de yema de huevo en la composición de la invención incluye yema de huevo que puede estar presente como parte de huevo entero. Preferiblemente, la concentración de fosfolípidos que proceden de yema de huevo oscila entre el 0,05% y el 1% en peso, preferiblemente entre el 0,1% y el 0,8% en peso de la emulsión.

La yema de huevo puede usarse nativa, o parte de la yema de huevo en la composición de la invención puede haberse sometido a un procedimiento de conversión enzimática usando fosfolipasa. Preferiblemente, la fosfolipasa que se usa para tratar la yema de huevo es fosfolipasa A2. Una fuente adecuada de yema de huevo modificada enzimáticamente es “yema de huevo estabilizada frente al calor (92-8)”, suministrada por Bouwhuis Enthoven (Raalte, Países Bajos). Esta muestra contiene el 92% de yema de huevo modificada enzimáticamente y el 8% de sal de mesa.

En el caso de que se use yema de huevo tratada con fosfolipasa en la composición de la invención, entonces preferiblemente al menos el 20% en peso de la yema de huevo se ha modificado mediante tratamiento con una fosfolipasa, preferiblemente con fosfolipasa A2. Preferiblemente, como máximo el 90% en peso de la yema de huevo se ha modificado mediante tratamiento con fosfolipasa, preferiblemente con fosfolipasa A2. Preferiblemente, la concentración de yema de huevo que se ha modificado mediante tratamiento con fosfolipasa, preferiblemente con fosfolipasa A2, oscila entre el 0,5% y el 4% en peso de la composición, preferiblemente entre el 1% y el 4% en peso de la composición. Preferiblemente, la concentración total de 1-lisofosfatidilcolina y 2-lisofosfatidilcolina oscila entre el 0,02% y el 0,2% en peso de la emulsión. Estos son los fosfolípidos cuya concentración aumenta debido al procedimiento de conversión enzimática.

En el caso de que la composición contenga ácido, entonces preferiblemente la composición tiene un pH que oscila entre 3 y 5. Un ácido que se usa preferiblemente en la composición de la invención para proporcionar la acidez preferida son ácidos habituales usados normalmente en emulsiones alimentarias. Preferiblemente, la composición comprende desde el 0,1% hasta el 10% en peso de ácido, preferiblemente desde el 0,1% hasta el 5% en peso de ácido, preferiblemente desde el 0,1% hasta el 2% en peso de ácido. El ácido se selecciona preferiblemente de ácido acético, ácido cítrico, ácido láctico, ácido fosfórico, y combinaciones de los mismos. Puede añadirse ácido acético como componente del vinagre, y puede añadirse ácido cítrico como componente del zumo de limón. Preferiblemente, la cantidad de ácido es tal que el pH oscila entre 3 y 4,6. Preferiblemente, la composición contiene al menos el 0,2% en peso de ácido acético sin disociar. De este modo, se crea un sistema de conservación natural para mejorar el tiempo de almacenamiento de la composición.

En la composición de la invención pueden estar presentes ingredientes opcionales como especias, trozos de verduras, mostaza, azúcares (en particular mono y/o disacáridos), vitaminas, aromas, colorantes, conservantes, antioxidantes, quelantes, hierbas y trozos de verduras. Tales aditivos opcionales, cuando se usan, preferiblemente no constituyen de manera colectiva más del 40%, más preferiblemente no más del 20% en peso de la emulsión.

Aunque no se requiere, la composición de la invención puede contener uno o más estructurantes acuosos poliméricos u oligoméricos para estabilizar la fase acuosa continua y para espesar la emulsión. Ejemplos de tales estructurantes son polisacáridos solubles en agua como almidones nativos, almidones modificados química o físicamente, carragenanos, goma garrofín, carboximetilcelulosa, pectina, goma xantana, agar y alginato. Ejemplos de estructurantes insolubles en agua son fibras celulósicas tales como fibras de cítricos y fibras de tomate. Preferiblemente, la concentración de los estructurantes acuosos poliméricos u oligoméricos es como máximo del 4% en peso de la composición, se prefiere más como máximo del 3%, se prefiere más como máximo del 2%, y se prefiere más como máximo del 1% en peso de la emulsión. Lo que se prefiere más es que los estructurantes acuosos poliméricos u oligoméricos están ausentes de la composición de la invención.

La composición de la invención puede servirse normalmente con cuchara en lugar de ser sólida o que puede verterse. La firmeza de la composición puede caracterizarse mediante el valor de Stevens de la composición, que determina la dureza de la composición, medida preferiblemente después de su almacenamiento durante 1 semana. Preferiblemente, la emulsión tiene un valor de Stevens a 20ºC de al menos 50 gramos. Preferiblemente, la emulsión tiene un valor de Stevens a 20ºC de al menos 70 gramos, preferiblemente al menos 80 gramos, preferiblemente al menos 100 gramos, que oscila preferiblemente entre 100 y 200 gramos. Más preferiblemente, la emulsión tiene un valor de Stevens a 20ºC que oscila entre 100 y 150 gramos. El valor de Stevens se determina tal como se define en la sección experimental.

La viscosidad dinámica de la composición de la invención es preferiblemente de al menos 500 Pa.s a 0,1 s^{-1}, se prefiere más de al menos 1.000 Pa.s a 0,1 s^{-1}, se prefiere más de al menos 1.500 Pa.s a 0,1 s^{-1}. Preferiblemente, la viscosidad dinámica es como máximo de 15.000 Pa.s a 0,1 s^{-1}, se prefiere más como máximo de 12.000 Pa.s a 0,1 s^{-1}, se prefiere más como máximo de 10.000 Pa.s a 0,1 s^{-1}, se prefiere más como máximo de 10.000 Pa.s a 0,1 s^{-1}.

La viscosidad dinámica de la composición de la invención es preferiblemente de al menos 0,15 Pa.s a 500 s^{-1}, se prefiere más de al menos 0,2 Pa.s a 500 s^{-1}, se prefiere más de al menos 0,25 Pa.s a 500 s^{-1}. Preferiblemente, la viscosidad dinámica es como máximo de 1,2 Pa.s a 500 s^{-1}, se prefiere más como máximo de 1,0 Pa.s a 500 s^{-1}, se prefiere más como máximo de 0,8 Pa.s a 500 s^{-1}.

Estos intervalos de viscosidades son a una temperatura de 25ºC.

Método de la invención

En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un método para la preparación de una composición según el primer aspecto de la invención, que comprende las etapas de:

a) proporcionar una mezcla de agua y sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 a una temperatura de al menos 60ºC;

b) llevar la mezcla de la etapa a) hasta una temperatura de menos de 60ºC, preferiblemente menos de 40ºC;

c) proporcionar una mezcla aireada de un aceite y un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7; y

d) dispersar la mezcla de la etapa c) en la mezcla de la etapa b).

Sin restringirse a esa teoría, en las etapas a) y b) las condiciones se eligen de tal manera que el sucroéster de ácidos grasos forma una fase laminar en la fase acuosa. Se forma una fase mesomórfica similar a como lo hace en el documento WO 92/09209. En la etapa a) la temperatura se elige tal que el sucroéster de ácidos grasos está por encima de su temperatura de Krafft. Posteriormente en la etapa b), la temperatura se lleva por debajo de la temperatura de Krafft, de modo que el sucroéster de ácidos grasos forma una fase laminar o mesomórfica. El enfriamiento garantiza que la fase laminar o mesomórfica se conserva en etapas posteriores del procedimiento.

Preferiblemente en la etapa a), la temperatura oscila entre 60 y 100ºC, se prefiere más entre 65 y 100ºC, se prefiere más entre 80 y 95ºC. Preferiblemente, la mezcla está a una temperatura de al menos 60ºC durante un periodo de al menos 10 minutos. Preferiblemente, la temperatura indicada se conserva durante un periodo de tiempo que oscila entre 10 minutos y hasta 12 horas, se prefiere más entre 10 minutos y 5 horas.

Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos añadido en las etapas a) y b) es el mismo sucroéster de ácidos grasos. Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos añadido en las etapas a) y b) es el único emulsionante aislado añadido en el método con el fin de preparar la composición de la invención.

Preferiblemente en la etapa a), la concentración de sucroéster de ácidos grasos en agua oscila entre el 5% y el 10% en peso. Preferiblemente, la mezcla en la etapa a) tiene una viscosidad dinámica que oscila entre 5 y 1.000 Pa.s a 0,1 s^{-1}, preferiblemente entre 100 y 300 Pa.s a 0,1 s^{-1}. La viscosidad dinámica oscila preferiblemente entre 0,015 y

15 Pa.s a 500 s^{-1}, preferiblemente entre 0,1 y 0,3 Pa.s a 500 s^{-1}. Preferiblemente a una velocidad de cizalladura de 100 s^{-1}, la viscosidad dinámica es de al menos 0,4 Pa.s, y preferiblemente como máximo de 2 Pa.s. Estos intervalos de viscosidades son a una temperatura de 25ºC.

Pueden añadirse ingredientes opcionales tal como especias, trozos de verduras, mostaza, azúcares (en particular mono y/o disacáridos), vitaminas, aromas, colorantes, conservantes, antioxidantes, quelantes, hierbas, trozos de verduras y estructurantes acuosos poliméricos u oligoméricos a la mezcla en la etapa a). En el caso de que el sucroéster de ácidos grasos no sea el único emulsionante aislado en la composición de la invención, entonces se añade preferiblemente yema de huevo a la fase acuosa en la etapa a).

Preferiblemente en la etapa b), la mezcla de la etapa a) se lleva hasta una temperatura que oscila entre 20ºC y menos de 60ºC, preferiblemente hasta una temperatura que oscila entre 20ºC y 40ºC. Preferiblemente, la mezcla se mantiene dentro de este intervalo de temperatura durante un periodo de al menos 1 minuto, se prefiere más durante un periodo de al menos 5 minutos, se prefiere más durante un periodo de al menos 10 minutos. Preferiblemente, la mezcla se mantiene dentro de este intervalo de temperatura durante un periodo como mucho de 1 hora. Preferiblemente en la etapa b), la mezcla se agita con el fin de obtener una mezcla homogénea.

En la etapa c), se prepara una mezcla aireada de aceite y sucroéster de ácidos grasos. Preferiblemente, la mezcla en la etapa c) se prepara mezclando aceite y sucroéster de ácidos grasos a una temperatura de al menos 60ºC y se airea introduciendo gas en la mezcla a una temperatura que oscila entre 60ºC y 95ºC. A esta temperatura, el sucroéster de ácidos grasos se funde y puede mezclarse fácilmente con el aceite líquido. En el caso de que el aceite no sea líquido a la temperatura ambiental, entonces el mezclado del sucroéster de ácidos grasos y el aceite puede realizarse a tal temperatura que el aceite se vuelva líquido. La temperatura a la que el aceite y sucroéster de ácidos grasos se funden depende del aceite y el sucroéster de ácidos grasos específicos, y el experto en la técnica puede determinarla. Preferiblemente, el aceite y el sucroéster de ácidos grasos se mezclan a una temperatura que oscila entre 60ºC y 90ºC, preferiblemente entre 65ºC y 85ºC, se prefiere más entre 65ºC y 80ºC. La temperatura a la que se realiza la aireación oscila preferiblemente entre 60ºC y 90ºC, preferiblemente entre 65ºC y 85ºC, se prefiere más entre 65ºC y 80ºC.

Preferiblemente en la etapa c), la concentración de sucroéster de ácidos grasos oscila entre el 5% y el 25% en peso de la mezcla de la etapa c), preferiblemente entre el 8% y el 20% en peso, preferiblemente entre el 10% y el 15% en peso de la mezcla de la etapa c). En el caso de que la concentración de sucroéster de ácidos grasos en la fase oleosa sea demasiado baja, entonces las burbujas de gas que se dispersan dentro de las gotitas de aceite, pueden flotar dentro de las gotitas de aceite.

Preferiblemente, la aireación del aceite se realiza con cizalladura, con el fin de garantizar que las burbujas de gas son lo suficientemente pequeñas y están finamente dispersas en el aceite. Preferiblemente, la cizalladura se crea mezclando el aceite y el gas cuando se airean. Puede realizarse la aireación del aceite en la etapa c) mediante cualquier método conocido habitualmente para la aireación, tal como un espumador Aerolatte, una mezcladora Kenwood o una mezcladora Silverson, que generalmente son mezcladoras discontinuas. Además, la aireación también puede realizarse en línea, usando un procedimiento continuo, tal como una mezcladora Oakes, una mezcladora Mondomixer o un agitador de espiga (tal como una unidad C) con una entrada de nitrógeno u otro gas.

Preferiblemente, el volumen de gas disperso en el aceite constituye del 5% al 75% en volumen del volumen del aceite en condiciones estándar. Preferiblemente, la fracción volumétrica de gas en el aceite es como máximo del 60%, se prefiere más como máximo del 50% en volumen, se prefiere más el 40%, como máximo el 35% en volumen de la composición. Preferiblemente, la fracción volumétrica de gas es de al menos el 10%, se prefiere más al menos el 15% en volumen del aceite (todos los intervalos en condiciones estándar). Por consiguiente, preferiblemente el aceite tiene un índice de aireación que oscila entre el 5,3% y el 300%.

Preferiblemente, la mezcla en la etapa c) se enfría posteriormente hasta una temperatura por debajo de 60ºC, preferiblemente por debajo de 40ºC. De este modo, se conservará la estructura del aceite aireado, antes de mezclarse en la fase acuosa continua. Preferiblemente, la mezcla oleosa aireada de la etapa c) constituye desde el 5% hasta el 75% del volumen de la composición preparada en la etapa d) en condiciones estándar, preferiblemente desde el 5% hasta el 70% del volumen, preferiblemente desde el 10% hasta el 60% del volumen.

Preferiblemente en la etapa d), la mezcla de la etapa c) se añade a la mezcla de la etapa b) con cizalladura, con el fin de dispersar la fase de gas en aceite en la fase acuosa continua.

Posteriormente, después de preparar la emulsión de gas en aceite en agua básica en la etapa d), pueden añadirse ingredientes adicionales a la composición. Por tanto, preferiblemente el método de la invención comprende además la etapa de:

e) añadir ingredientes adicionales a la composición de la etapa d), preferiblemente a una temperatura por debajo de 40ºC, preferiblemente por debajo de 30ºC, preferiblemente por debajo de 25ºC.

El resultado del método de la invención, es que se prepara una emulsión de gas en aceite en agua que es estable frente a la exudación de aceite, separación de fases e inversión de fases durante al menos dos meses.

Uso del sucroéster de ácidos grasos

En un tercer aspecto, la presente invención proporciona el uso de un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7, para estabilizar una composición en forma de una emulsión de gas en aceite en agua, que comprende una fase dispersa de gotitas de aceite en una fase acuosa continua, en la que las gotitas de aceite contienen burbujas de gas dispersas, y en la que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar. Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 es el único emulsionante aislado.

Alternativamente, el tercer aspecto de la invención proporciona un método para usar un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7, en una composición en forma de una emulsión de gas en aceite en agua, que comprende una fase dispersa de gotitas de aceite en una fase acuosa continua, en la que las gotitas de aceite contienen burbujas de gas dispersas, y en la que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar. Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 es el único emulsionante aislado.

Alternativamente, el tercer aspecto de la invención proporciona el uso de un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7, como emulsionante en una composición en forma de una emulsión de gas en aceite en agua, que comprende una fase dispersa de gotitas de aceite en una fase acuosa continua, en el que las gotitas de aceite contienen burbujas de gas dispersas, y en el que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar. Preferiblemente, el sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 es el único emulsionante aislado.

Descripción de las figuras

Figura 1: Fotografía de la retícula usada para determinar el valor de Stevens de emulsiones de gas en aceite en agua tal como se usa en el presente documento.

Figura 2: Dos imágenes de CSLM de emulsión de tipo G/O/W, muestra I del ejemplo 2; tamaño de imagen de 400x400 μm. Los elementos de forma irregular de color claro son gotitas de aceite, que contienen burbujas de gas (de color oscuro, forma esférica). Las gotitas de aceite se dispersan en una fase acuosa continua (de color oscuro).

Ejemplos

Los siguientes ejemplos no limitativos describen la invención.

Ejemplo 1: Materiales, métodos, aceite aireado, fases acuosas

Aceite de girasol (SF) de Cargill (Países Bajos).

Sucroéster de ácidos grasos mixtos Ryoto S370 de Mitsubishi-Kagaku Foods Corporation (Tokio, Japón). Este sucroéster de ácidos grasos tiene un HLB de aproximadamente 3, y contiene aproximadamente el 20% de monoéster, y aproximadamente el 80% de di, tri y poliéster.

Vinagre de alcohol (ácido acético al 12%) de Mizkan (R.U.).

Yema de huevo estabilizada frente al calor (que contiene NaCl al 8%) de Bouwhuis Enthoven BV (Raalte, Países Bajos). Esto es yema de huevo que se trata con fosfolipasa A2.

Azúcar (sacarosa) de Danisco (Dinamarca).

Sal común (NaCl) de Akzo Nobel (Países Bajos).

Mediciones de conductividad: se usan para determinar si las emulsiones de tipo G/O/W preparadas son fases continuas acuosas. El equipo usado es un conductímetro portátil HI 9835 de Hanna Instruments Inc. (EE.UU.). Si la conductividad eléctrica es menor de 0,01 mS/cm, puede considerarse que el producto es una fase continua de aceite para todos los fines prácticos. Ya que la fase acuosa contiene sal, puede medirse fácilmente la conductividad.

Firmeza - valor de Stevens: se determina el valor de Stevens a 20ºC usando un analizador de textura Stevens LFRA (de Brookfield Viscometers Ltd., R.U.) con un intervalo medición/carga máxima de 1000 gramos, y aplicando un ensayo de penetración de 20 mm usando una retícula, a una velocidad de penetración de 2 mm por segundo, con

una peso de respuesta de 5 g, en una copa que tiene un diámetro de 65 mm, que contiene la emulsión. La retícula tiene 76 aberturas cuadradas de aproximadamente 3x3 mm, está realizada de alambre de acero inoxidable con un grosor de aproximadamente 1 mm, y tiene un diámetro de 40 mm. Se conecta un extremo de un árbol a la sonda del analizador de textura, mientras que se conecta el otro extremo a la parte central de la retícula. Se sitúa la retícula sobre la superficie superior plana de la emulsión en la copa. Tras comenzar el ensayo de penetración, se empuja la retícula lentamente hacia abajo dentro de la emulsión mediante el analizador de textura. Se registra la fuerza final ejercida sobre la sonda y se traduce al valor de Stevens en gramos. Se proporciona una fotografía de la retícula en la figura 1.

Se realizan mediciones de firmeza 1 hora después de la producción de la emulsión a temperatura ambiente, y después del almacenamiento de la emulsión durante 8 semanas a la temperatura tal como se indica en las tablas a continuación.

Sinéresis: Sinéresis en una emulsión de aceite en agua es la expulsión de líquido acuoso, que se separa del producto durante el almacenamiento después de perturbar la estructura, por ejemplo, introduciendo una cuchara. En este ensayo, se determina el goteo gravimétrico de agua expulsada de una emulsión de aceite en agua a un cilindro acrílico durante un periodo de almacenamiento en diversas condiciones climáticas.

Materiales: Cilindro acrílico (longitud de 45 mm, diámetro interno de 21 mm, grosor de pared de 2 mm, abierto en ambos extremos) y papel de filtro cualitativo, tipo 415, diámetro de 75 mm (de VWR, Ámsterdam, Países Bajos). Se aplica el filtro en un extremo del cilindro y se fija a la pared de cilindro exterior mediante cinta adhesiva. Se inserta el tubo con el filtro en vertical en una muestra de emulsión de 225 ml en una cubeta, hasta que la parte superior del cilindro está al nivel de la superficie de emulsión. Se cierra la cubeta con una tapa, y se almacena a 5ºC o 20ºC. Se determina la cantidad de líquido en el tubo después del almacenamiento extrayendo el líquido del tubo (que ha pasado a través del filtro hacia el tubo) con una pipeta, y pesando la cantidad de líquido (en gramos) después de una determinada cantidad de tiempo. Cuanto menos sea el valor de sinéresis, mejor es para la estabilidad de la emulsión. Habitualmente, se realizan las mediciones por duplicado.

Viscosidad dinámica: Se realizó una curva de flujo para cada muestra usando un reómetro avanzado AR 2000 (TA Instruments, Gran Bretaña). Se usó una sonda de acero inoxidable de 60 mm de diámetro, lisa, que tenía una geometría de placa a placa con un hueco de 1 mm para obtener la viscosidad a diferentes velocidades de cizalladura, que oscilaban entre 1.000 s^{-1} y 0,1 s^{-1} a 25ºC. Se determinó la viscosidad de las emulsiones 1 hora después de la preparación, usando un “barrido de velocidad de cizalladura” desde alta hasta baja cizalladura.

Preparación de aceite aireado

Se prepararon mezclas de emulsionante S370 en aceite de girasol (SF, *sunflower*), a una concentración del 10% en peso. Se mantuvieron las combinaciones en latas de aluminio durante la noche en un horno de temperatura controlada configurado a 95ºC para garantizar que se había fundido por completo el emulsionante, seguido por equilibrado durante dos horas a 70ºC. Posteriormente se aireó la mezcla mediante batido con una mezcladora Kenwood durante 4 minutos a máxima velocidad (cizalladura relativamente alta). El contenido de aire conseguido era del 74% en volumen (índice de aireación del 285%) en condiciones estándar.

Preparación de fases acuosas

Se prepararon cuatro fases acuosas diferentes, tal como se describe en la tabla a continuación. Se añadieron ingredientes a un recipiente con agitación en el orden en el que aparecen en la tabla (de arriba abajo).

Tabla 1 Composición de la fase acuosa usada para preparar emulsiones de gas en aceite en agua.

	AP1 con 0% de S370 con YH [% en peso]	*AP2* con 5% de S370 con YH [% en peso]	*AP3* con 10% de S370 con YH [% en peso]	*AP4* con 5% de S370 sin YH [% en peso]
agua desmineralizada	78	73	68	77
azúcar	4	4	4	5
S370	0	5	10	5
yema de huevo estabilizada frente al calor	5	5	5	0
vinagre	10	10	10	10
sal	3	3	3	3

Se añadió gradualmente S370 a la disolución de azúcar en agua, mientras se agitaba y se calentó en el baño de

agua hasta que no se observaron más agregados. Durante el enfriamiento en el baño de agua de 40ºC, se agitó esta mezcla cada 5 min para impedir la formación de grandes agregados o cristales de S370.

Ejemplo 2: Producción de emulsiones de tipo G/O/W sin yema de huevo

Se prepararon emulsiones de gas en aceite en agua (G/O/W) que contenían diversos niveles de aceite aireado. Se transfirió inmediatamente el aceite aireado recién batido del ejemplo 1 (a una temperatura de aproximadamente 40-50ºC) a un recipiente de mezcladora Hobart (N50 5-Quart Mixer, Hobart), que ya contenía la fase acuosa AP4 del ejemplo 1 a temperatura ambiente. La fracción volumétrica de aire en el aceite era del 74% en volumen (índice de aireación del 285%). Se preparó la emulsión en una mezcladora Hobart a velocidad 2 durante de 1 a 3 minutos (cizalladura relativamente baja). A continuación, se transfirió la mezcla con cuidado a envases de almacenamiento con una cuchara metálica para minimizar el daño a su estructura, y se almacenó a 5ºC.

Tabla 2 Composición (en % en peso) de emulsiones de gas en aceite en agua sin yema de huevo.

	F	G	H	I	J
agua	38,5	46,2	53,9	61,6	69,3
azúcar	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
S370 en la fase acuosa	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5
vinagre	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
sal	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7
aceite de girasol	45,0	36,0	27,0	18,0	9,0
S370 en la fase oleosa	5,0	4,0	3,0	2,0	1,0

Se facilitan las propiedades de estos productos en la siguiente tabla.

Tabla 3 Propiedades de las emulsiones de la tabla 2.

	F	**G**	**H**	**I**	**J**
Fracción volumétrica de fase acuosa [% en volumen]	21%	28%	38%	51%	70%
Fracción volumétrica de fase dispersa (gas en aceite) [% en volumen]	79%	72%	62%	49%	30%
Fracción volumétrica de gas en emulsión [% en volumen]	58%	53%	46%	36%	22%
Fracción volumétrica de aceite en emulsión (excl. gas) [% en volumen]	21%	19%	16%	13%	8%
Conductividad eléctrica [mS/cm]	0,00	0,15	0,00	8,81	10,02
Índice de aireación de emulsión de tipo G/O/W [%]	36	42	40	28	22

Estos resultados muestran que es posible dispersar hasta al menos el 50% en volumen de fase oleosa en la fase acuosa que contiene sucroéster de ácidos grasos, en la que la fase oleosa contiene burbujas de gas a una fracción volumétrica de gas promedio del 74%. Las mediciones de conductividad muestran que las muestras con menos del 62% de fase dispersa (gas en aceite) son fases continuas acuosas. Como ejemplo ilustrativo, la figura 2 muestra fotografías de microscopía confocal de la muestra “I”.

Ejemplo 3: Preparación de emulsiones de tipo G/O/W con yema de huevo

De manera similar a como se hizo en el ejemplo 2, se prepararon emulsiones de gas en aceite en agua (G/O/W) que contenían diversos niveles de aceite aireado y yema de huevo estabilizada. Se transfirió inmediatamente el aceite aireado recién batido del ejemplo 1 a un recipiente de mezcladora Hobart (N50 5-Quart Mixer, Hobart), que ya contenía cualquiera de las fases acuosas AP1, AP2 o AP3 del ejemplo 1. La fracción volumétrica de aire en el aceite era del 74% en volumen (índice de aireación del 285%). Se preparó la emulsión en la mezcladora Hobart a velocidad 2 durante de 1 a 3 minutos (cizalladura relativamente baja). Más adelante, se transfirió la mezcla con cuidado a envases de almacenamiento con una cuchara metálica para minimizar el daño a su estructura, y se almacenó a 5ºC o 25ºC. Después del almacenamiento durante un periodo de tiempo especificado, se determinaron la sinéresis y la firmeza. Se midieron la viscosidad y la conductividad aproximadamente 1 hora después de la preparación de la emulsión.

La tabla 4, la tabla 7 y la tabla 10 muestran las fórmulas de las emulsiones de gas en aceite en agua que se prepararon y en las que se han variado el contenido de aceite, contenido de sucroéster de ácidos grasos en la fase acuosa, y contenido de yema de huevo de manera sistemática. Estas 3 tablas forman un conjunto de experimentos.

Tabla 4 Fórmula (en % en peso) de emulsiones de gas en aceite en agua con yema de huevo.

	1	2	3	4	5	6	7	8
agua	61,2	47,6	58,4	70,2	70,2	47,6	47,6	65,7
azúcar	3,6	2,8	3,2	3,6	3,6	2,8	2,8	3,6
S370 en la fase acuosa	9	7	4	0	0	7	7	4,5
yema de huevo estabilizada	4,5	3,5	4	4,5	4,5	3,5	3,5	4,5
vinagre	9	7	8	9	9	7	7	9
sal	2,7	2,1	2,4	2,7	2,7	2,1	2,1	2,7
aceite de girasol	9	27	18	9	9	27	27	9
S370 en la fase oleosa	1	3	2	1	1	3	3	1

Tabla 5 Propiedades de las emulsiones de gas en aceite en agua de la tabla 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Fase acuosa usada [-]	AP3	AP3	AP2	AP1	AP1	AP3	AP3	AP2
Fracción volumétrica de fase acuosa [% en volumen]	58	52	47	80	83	47	41	64
Fracción volumétrica de fase dispersa (gas en aceite) [% en volumen]	42	48	53	20	17	53	59	36
Fracción volumétrica de gas en emulsión [% en volumen]	35	25	41	11	8,1	33	41	29
Fracción volumétrica de aceite en emulsión (excl. gas) [% en volumen]	6,5	22	12	8,9	9,2	20	18	7,1
Índice de aireación de emulsión [%]	55	34	71	13	8,8	50	71	40

Tabla 6 Propiedades analíticas de las emulsiones de gas en aceite en agua de la tabla 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Temp. de almacenamiento [ºC]	25	25	25	25	5	25	5	5
Sinéresis 1 día [%]	0,0	0,7	0,0	66,7	66,7	0,0	0,0	0,7
Sinéresis 4 semanas [%]	7,3	14,7	16,7	75,3	66,7	8,7	7,3	5,3
Sinéresis 8 semanas [%]	8,0	18,0	36,7	69,3	66,7	10,0	8,7	5,3
Firmeza 1 h [g]	50,0	37,4	17,3	5,9	3,2	50,8	19,6	36,8
Firmeza 8 semanas [g]	156,8	143	172,2	24,6	8,8	173,2	113,6	141,8
Conductividad eléctrica [mS/cm]	0,38	0,28	0,32	0,03	0	0,27	0,24	0,25
Viscosidad a 0,1 s^{-1}	3214	10490	623	295	329	13540	5099	9779
Viscosidad a 500 s^{-1}	0,61	0,54	0,39	0,04	0,02	0,89	0,48	0,76

Tabla 7 Fórmula (en % en peso) de emulsiones de gas en aceite en agua con yema de huevo.

	9	10	11	12	13	14	15	16
agua	70,2	62,4	51,1	58,9	54,6	61,2	61,2	58,4
azúcar	3,6	3,2	2,8	3,2	2,8	3,6	3,6	3,2
S370 en la fase acuosa	0	0	3,5	3,5	0	9	9	4
yema de huevo estabilizada	4,5	4	3,5	4	3,5	4,5	4,5	4
vinagre	9	8	7	8	7	9	9	8
sal	2,7	2,4	2,1	2,4	2,1	2,7	2,7	2,4
aceite de girasol	9	18	27	18	27	9	9	18
S370 en la fase oleosa	1	2	3	2	3	1	1	2

Tabla 8 Propiedades de las emulsiones de gas en aceite en agua de la tabla 7.

	9	10	11	12	13	14	15	16
Fase acuosa usada [-]	AP1	AP1	AP2	AP2	AP1	AP3	AP3	AP2
Fracción volumétrica de fase acuosa [% en volumen]	81	65	40	49	56	56	58	48
Fracción volumétrica de fase dispersa (gas en aceite) [% en volumen]	19	35	60	51	44	44	42	52
Fracción volumétrica de gas en emulsión [% en volumen]	10	19	43	39	20	38	36	40
Fracción volumétrica de aceite en emulsión (excl. gas) [% en volumen]	9,0	16	17	12	24	6,2	6,5	12
Índice de aireación de emulsión [%]	12	24	75	65	25	62	55	67

Tabla 9 Propiedades analíticas de las emulsiones de gas en aceite en agua de la tabla 7.

	9	10	11	12	13	14	15	16
Temp. de almacenamiento [ºC]	25	5	5	25	25	25	5	25
Sinéresis 1 día [%]	66,7	36,7	0,0	0,0	13,3	0,0	0,0	0,0
Sinéresis 4 semanas [%]	73,3	38,7	7,3	17,3	66,7	13,3	6,0	18,0
Sinéresis 8 semanas [%]	73,3	32,0	8,0	20,0	66,7	15,3	6,7	38,0
Firmeza 1 h [g]	6,2	32,4	27,2	26,4	41,4	40,2	37,2	20,4
Firmeza 8 semanas [g]	40,6	120,4	121,7	203,2	207,8	191	170,5	217,3
Conductividad eléctrica [mS/cm]	0	0	0,18	0,22	0,11	0,25	0,34	0,38
Viscosidad a 0,1 s^{-1}	440	6269	303	1853	175	4221	4035	1625
Viscosidad a 500 s^{-1}	0,43	0,40	0,04	0,42	0,06	0,64	0,60	0,47

Tabla 10 Fórmula (en % en peso) de emulsiones de gas en aceite en agua con yema de huevo.

	17	18	19	20	21	22	23	24
agua	58,4	54,6	54,6	54,6	54,4	58,4	65,7	54,4
azúcar	3,2	2,8	2,8	2,8	3,2	3,2	3,6	3,2
S370 en la fase acuosa	4	0	0	0	8	4	4,5	8
yema de huevo estabilizada	4	3,5	3,5	3,5	4	4	4,5	4
vinagre	8	7	7	7	8	8	9	8
sal	2,4	2,1	2,1	2,1	2,4	2,4	2,7	2,4
aceite de girasol	18	27	27	27	18	18	9	18
S370 en la fase oleosa	2	3	3	3	2	2	1	2

Tabla 11 Propiedades de las emulsiones de gas en aceite en agua de la tabla 10.

	17	18	19	20	21	22	23	24
Fase acuosa usada [-]	AP2	AP1	AP1	AP1	AP3	AP2	AP2	AP3
Fracción volumétrica de fase acuosa [% en volumen]	56	61	66	57	59	58	61	62
Fracción volumétrica de fase dispersa (gas en aceite) [% en volumen]	44	39	34	43	41	42	39	38
Fracción volumétrica de gas en emulsión [% en volumen]	30	13	6,3	19	27	27	33	22
Fracción volumétrica de aceite en emulsión (excl. gas) [% en volumen]	14	26	28	24	15	15	6,7	16
Índice de aireación de emulsión [%]	43	15	6,7	23	36	37	48	28

Tabla 12 Propiedades de las emulsiones de gas en aceite en agua de la tabla 10.

	17	18	19	20	21	22	23	24
Temp. de almacenamiento [ºC]	25	5	5	25	5	5	5	5

	17	18	19	20	21	22	23	24
Sinéresis 1 día [%]	6,7	53,3	48,0	66,7	0,7	2,0	3,3	0,7
Sinéresis 4 semanas [%]	24,0	56,7	66,7	66,7	7,3	14,0	14,7	6,7
Sinéresis 8 semanas [%]	24,0	58,0	66,7	66,7	8,0	14,7	18,0	8,0
Firmeza 1 h [g]	16,0	20,0	10,0	49,0	28,8	9,2	4,8	43,2
Firmeza 8 semanas [g]	44,4	45,6	29,8	36,2	106,8	56,4	39	116,2
Conductividad eléctrica [mS/cm]	0,29	0,03	0,06	0,12	0,3	0,35	0,61	0,47
Viscosidad a 0,1 s^{-1}	4310	150	117	285	3673	1220	80	5140
Viscosidad a 500 s^{-1}	0,20	0,02	0,09	0,09	0,43	0,16	0,12	0,49

Las composiciones que contienen la fase acuosa AP1 (emulsiones 4, 5, 9, 10, 13, 18, 19, 20) no produjeron resultados satisfactorios. Estas muestras tienen una alta sinéresis, baja viscosidad y baja firmeza. La presencia del sucroéster de ácidos grasos se requiere para dispersar la fase oleosa aireada.

Las emulsiones preparadas con las fases acuosas AP2 y AP3 (el 5% o el 10% de sucroéster de ácidos grasos en la fase acuosa) muestran que podían prepararse satisfactoriamente emulsiones de gas en aceite en agua que contenían hasta al menos el 60% en volumen de fase dispersa (gas en aceite). La presencia de yema de huevo ayuda a poder dispersar mayores cantidades de aceite en comparación con las emulsiones sin yema de huevo en el ejemplo 2. Las emulsiones que contienen el 10% de sucroéster de ácidos grasos en la fase acuosa son más estables que las emulsiones que contienen el 5% de sucroéster de ácidos grasos en la fase acuosa, tal como se muestra mediante menores valores de sinéresis.

La temperatura de almacenamiento (5 o 25ºC) no tuvo una gran influencia sobre la estructura de las emulsiones. Por ejemplo, las emulsiones 14 y 15 tienen la misma composición y se almacenan a 5 y 25ºC, respectivamente. La firmeza de estas dos muestras no difiere drásticamente. Se mejora la sinéresis cuando se almacenan a 5ºC.

REIVINDICACIONES

1. Composición en forma de una emulsión de gas en aceite en agua, que comprende una fase dispersa de gotitas de aceite en una fase acuosa continua, en la que las gotitas de aceite contienen burbujas de gas dispersas, y que comprende además un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7, y en la que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar.

2. Composición según la reivindicación 1, en la que la composición comprende sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 como único emulsionante aislado.

3. Composición según la reivindicación 1 ó 2, en la que la concentración de sucroéster de ácidos grasos oscila entre el 2% y el 25% en peso de la composición, preferiblemente entre el 5% y el 15% en peso.

4. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 60% en volumen de la composición en condiciones estándar.

5. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la fracción volumétrica de gas disperso en las gotitas de aceite oscila entre el 2% y el 75% en volumen de las gotitas de aceite en condiciones estándar.

6. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la fracción volumétrica de gas disperso en las gotitas de aceite oscila entre el 0,5% y el 60% del volumen de la composición en condiciones estándar, preferiblemente entre el 1% y el 50% del volumen de la composición en condiciones estándar.

7. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que al menos el 90% del número de gotitas de aceite tiene un diámetro como máximo de 400 micrómetros, preferiblemente como máximo de 250 micrómetros.

8. Composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que al menos el 90% del número de burbujas de gas tiene un diámetro como máximo de 150 micrómetros, preferiblemente como máximo de 100 micrómetros.

9. Método para la preparación de una composición según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que comprende las etapas de:

a) proporcionar una mezcla de agua y sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7 a una temperatura de al menos 60ºC;

b) llevar la mezcla de la etapa a) hasta una temperatura de menos de 60ºC, preferiblemente menos de 40ºC;

c) proporcionar una mezcla aireada de un aceite y un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7; y

d) dispersar la mezcla de la etapa c) en la mezcla de la etapa b).

10. Método según la reivindicación 9, en el que en la etapa a) la concentración de sucroéster de ácidos grasos en agua oscila entre el 5% y el 10% en peso.

11. Método según la reivindicación 9 ó 10, en el que se prepara la mezcla en la etapa c) mezclando aceite y sucroéster de ácidos grasos a una temperatura de al menos 60ºC y se airea introduciendo gas en la mezcla a una temperatura que oscila entre 60ºC y 95ºC.

12. Método según la reivindicación 11, en el que la mezcla en la etapa c) se enfría posteriormente hasta una temperatura por debajo de 60ºC, preferiblemente por debajo de 40ºC.

13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que en la etapa d) se añade la mezcla de la etapa c) a la mezcla de la etapa b) con cizalladura, con el fin de dispersar la fase de gas en aceite en la fase acuosa continua.

14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende además la etapa de:

e) añadir ingredientes adicionales a la composición de la etapa d), preferiblemente a una temperatura por

debajo de 40ºC, preferiblemente por debajo de 30ºC, preferiblemente por debajo de 25ºC.

15. Uso de un sucroéster de ácidos grasos que tiene un valor de HLB que oscila entre 1 y 7, para estabilizar una composición en forma de una emulsión de gas en aceite en agua, que comprende una fase dispersa de gotitas de aceite en una fase acuosa continua, en el que las gotitas de aceite contienen burbujas de gas dispersas, y en el que la fracción volumétrica de gotitas de aceite que contienen burbujas de gas oscila entre el 5% y el 75% en volumen de la composición en condiciones estándar.

Figura 1/2

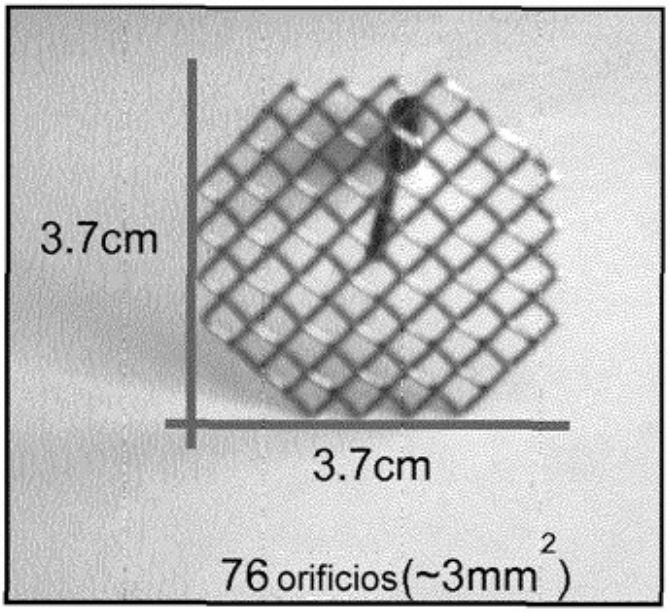
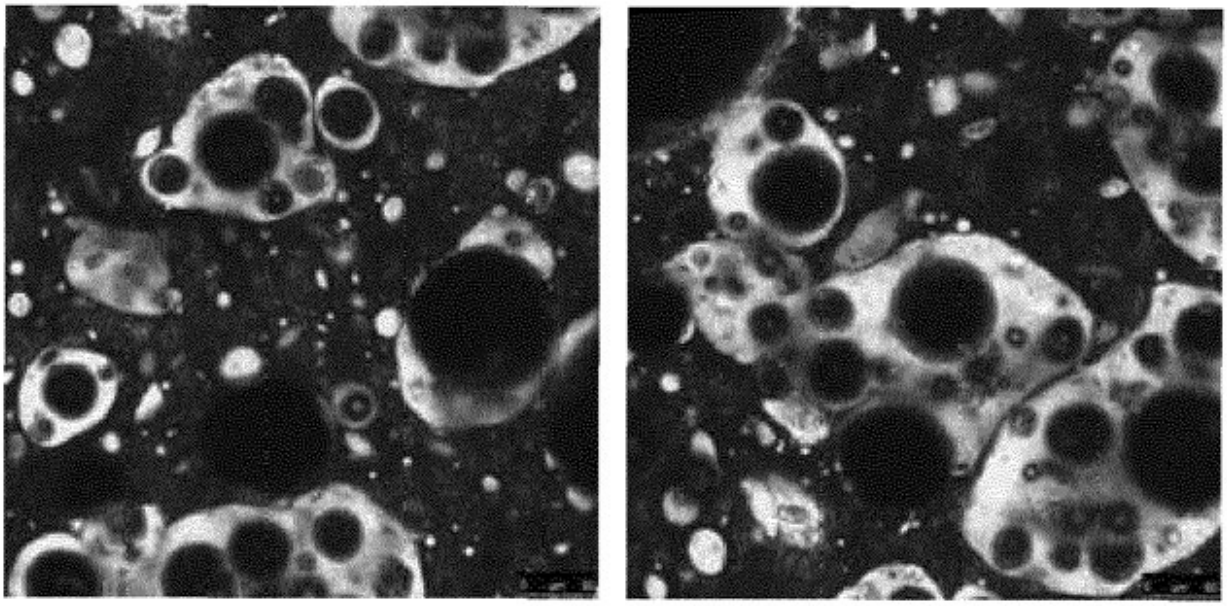
Figura 2/2