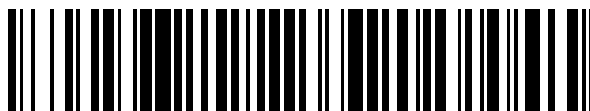


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 753 402**

51 Int. Cl.:

C11B 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.07.2015 PCT/MY2015/000059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.06.2016 WO16089196**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2015 E 15766668 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 3227418**

54 Título: **Proceso continuo para el fraccionamiento seco de aceites de glicérido**

30 Prioridad:

03.12.2014 MY PI2014703630

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

08.04.2020

73 Titular/es:

**SIME DARBY PLANTATION INTELLECTUAL
PROPERTY SDN. BHD. (100.0%)
Level 10, Main Block, Plantation Tower, No. 2,
Jalan PJU 1 A/7, Ara Damansara
Petaling Jaya 47301, Selangor, MY**

72 Inventor/es:

**OTHMAN, NOOR HIDAYU;
MD NOOR, AHMADILFITRI;
YUSOFF, MOHD SURIA AFFANDI;
SYED SAGGAF, SYED SAID y
ASIS, AHMAD JARIL**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 753 402 T3

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

Proceso continuo para el fraccionamiento seco de aceites de glicérido

Campo técnico de la invención

5 La presente invención proporciona un proceso continuo para el fraccionamiento seco de aceites de glicérido. Más particularmente, la presente invención se refiere a un proceso continuo de fraccionamiento seco de un aceite de glicérido, comprendiendo dicho proceso:

(a) proporcionar un aceite de glicérido líquido;

(b) pre-enfriar el aceite de glicérido líquido pasando el aceite de glicérido a través de un intercambiador de calor;

10 (c) homogeneizar el aceite de glicérido pre-enfriado para producir un aceite de glicérido pre-nucleado pasando el aceite de glicérido pre-enfriado a través de un homogeneizador;

(d) cristalizar el aceite de glicérido pre-nucleado para producir un aceite de glicérido cristalizado que contiene cristales de grasa separables pasando el aceite de glicérido pre-nucleado a través de uno o más cristalizadores; y

(e) eliminar los cristales de grasa separables del aceite de glicérido cristalizado y recuperar una fracción de oleína del aceite de glicérido, como se define adicionalmente en la reivindicación 1.

15 La presente descripción se refiere además a un sistema para el fraccionamiento seco continuo de aceites de glicérido, que es útil para entender la invención sin ser parte de ella, que comprende: un recipiente de alimentación; un intercambiador de calor de placas; un homogeneizador; una secuencia de al menos 2 cristalizadores; y un separador sólido-líquido que tiene una entrada que está conectada con la salida del último cristalizador.

Antecedentes de la invención

20 Los procesos de fraccionamiento son fundamentales para la moderna industria del procesado de aceite y grasa comestible, especialmente para la industria del procesado de aceite de palma. Partiendo de un aceite de glicérido con características de fusión dadas, estos procesos permiten recuperar fracciones de aceite separadas con diferentes perfiles de fusión y diferentes viscosidades. Como se necesita un perfil de fusión específico dependiendo de la aplicación del aceite (p.ej., más líquida a temperatura ambiente para untables, más sólida a temperatura ambiente para margarinas), el fraccionamiento abre una mayor variedad de posibilidades para la aplicación del aceite de glicérido inicial, añadiendo así valor a su uso.

El fraccionamiento implica la creación de circunstancias que inducen una cristalización parcial (fraccionada) del aceite. Se forma una fracción sólida (estearina) que puede separarse entonces de la fase líquida restante (oleína). Típicamente, los triglicéridos de mayor punto de fusión contenidos en el aceite cristalizarán en la fracción sólida y los triglicéridos de menor punto de fusión permanecerán en forma líquida. Por consiguiente, a una temperatura dada, la fracción de estearina del aceite tiene típicamente un alto contenido en sólidos, mientras que la fracción de oleína del aceite típicamente tiene un bajo contenido en sólidos. Como se presenta por R.E. Timms, 2005; la calidad de la fracción de oleína depende solo de la etapa de cristalización; mientras que la calidad de la fracción de estearina depende de la etapa tanto de cristalización como de separación. El desafío clave en el fraccionamiento es usar las condiciones de proceso de cristalización y separación que permitan una alta calidad y rendimiento de las fracciones de oleína y estearina.

Los tres sistemas de fraccionamiento diferentes disponibles a escala industrial difieren en estas condiciones, que a su vez provoca que difieran en su sofisticación.

40 En el fraccionamiento con detergente, se usa una disolución tensioactiva para transferir el material cristalizado a partir de la fase oleosa a una fase acuosa para facilitar la posterior separación (W. Hamm, 1995). 8-10 ppm de agente tensioactivo permanece en las fracciones (Bernadini, 1973). El rendimiento de la oleína de palma desde el fraccionamiento con detergente es normalmente aproximadamente 80% a índices de yodo de 52, 57 y 30 para aceite de palma en bruto, oleína de palma y estearina de palma respectivamente. Actualmente, la técnica ha perdido su interés debido a los altos costes y contaminación de los productos finales con el detergente (M. Kellens et al., 2007).

45 En el fraccionamiento con disolvente, el proceso de cristalización se realiza en una disolución diluida con acetona y hexano como un disolvente principal para reducir la viscosidad. En este proceso, el aceite experimenta un corto periodo de cristalización y es fácil de filtrar. Según K.K. Rajah, 1996, la cristalización fraccionada a partir de disoluciones diluidas es más eficiente con respecto a las separaciones que cuando no se usan disolventes. Aunque estos beneficios son significativos, el fraccionamiento con disolvente se vuelve menos interesante debido al alto coste de producción e inversión de capital inicial (M. Kellens et al., 2007).

50 En el fraccionamiento seco, el aceite fundido se enfría de forma controlada para cristalizarlo a través de un proceso de cristalización por lotes. La fracción líquida se separa entonces físicamente de la fracción sólida por medio de un

5 filtro al vacío o una prensa de filtro de membrana (M. Kellens, 1994). En este proceso, no se usan aditivos en el proceso de cristalización y no se necesita post-tratamiento suplementario de los productos acabados. El fraccionamiento seco es por consiguiente un proceso de modificación de aceite puramente natural y físico que no crea subproductos indeseables. Es el proceso de fraccionamiento más sencillo, respetuoso medioambientalmente y más barato, que puede satisfacer las crecientes preocupaciones medioambientales y de salud de hoy en día sustituyendo total o parcialmente los procesos de modificación química (R.E. Timms, 2005).

10 Con el fraccionamiento seco, es posible tratar grasas que contienen una gran proporción de triacilglicérol de mayor punto de fusión, p.ej., grasa de leche, aceite de palma y sebo, para el fraccionamiento total y recuperar las fracciones tanto de estearina como de oleína en grandes cantidades, es decir, típicamente 20-30% de estearina y 70-80% de oleína. (K.K. Rajah, 1996).

La cristalización controlada del fundido se considera como la estructura de cualquier proceso de fraccionamiento seco ya que esto determina los grados de las fracciones de oleína y estearina obtenidas. Dependiendo de las condiciones de la cristalización (p.ej., temperatura y tiempo), la oleína y la estearina con varios grados de insaturación, es decir, diferentes índices de yodo (IV, por sus siglas en inglés), pueden obtenerse.

15 La producción de fracciones de oleína y estearina a partir de aceites de glicérido tal como aceite de palma mediante procesos de fraccionamiento seco convencional se complica por el hecho de que el proceso de cristalización se interrumpe por la existencia de una elevación en la curva de enfriamiento. Esta elevación surge del hecho de que los aceites y grasas consisten en una mezcla de varios triglicéridos (TAG), diglicéridos (DAG) y ácidos grasos libres (FFA), saturados e insaturados, que tienen todos diferentes puntos de fusión. Por consiguiente, tras el enfriamiento, algunos TAGs se cristalizan, mientras otros permanecen líquidos, dependiendo de su comportamiento de enfriamiento específico. La elevación normalmente aparece en la curva de enfriamiento de temperatura en la etapa de transición entre las fases de nucleación a crecimiento de cristal.

25 El enfriamiento controlado durante el fraccionamiento seco se alcanza pre-seleccionando un modo de enfriamiento basado en la temperatura de fluido de intercambio de calor, la temperatura de aceite y la diferencia de temperatura entre ellos (ΔT). Debido a que el calor se libera cuando se da una elevación, la temperatura está afectada y el cambio del modo de enfriamiento pre-seleccionado durante el proceso de cristalización se retrasa. Esto provoca que el periodo de cristalización sea más largo que el normal, provocando que la lechada de aceite se vuelva más viscosa o incluso a veces que se gelifique. Estas propiedades afectan de forma negativa al rendimiento de filtración porque la torta blanda de estearina tiende a pegarse a la placa de membrana cuando la prensa de filtro de membrana se despresuriza.

30 Por consiguiente existe una necesidad de un proceso de fraccionamiento seco con un periodo de cristalización relativamente corto que proporcione cristales grasos que se formen rápidamente y sean fácilmente separables, de manera que las fracciones oleosas de alta cantidad se obtienen en alto rendimiento.

35 El documento US 2013/0123524 describe un proceso continuo para el fraccionamiento seco de aceites y grasas comestibles que usa uno o más cristalizadores en serie, comprendiendo dicho proceso las etapas de:

a) proporcionar una grasa fundida,

40 b) alimentar de forma continua dicho aceite o grasa fundida al primero de dichos uno o más cristalizadores en serie en que la grasa se enfría gradualmente usando intercambiadores de calor que contienen un medio de enfriamiento de manera que se forma una lechada de cristal, mostrando cada uno de dichos uno o más cristalizadores un gradiente de temperatura, siendo la temperatura en el punto donde la grasa fundida o parcialmente cristalizada entra en uno de los cristalizadores mayor que la del punto donde la lechada abandona ese cristizador;

c) retirar de forma continua dicha lechada del último de dicho uno o más cristalizadores,

45 d) separar dicha lechada de cristal por filtración en una torta de filtro y un filtrado, en donde dicho proceso comprende además la etapa de al menos fundir parcialmente incrustaciones de grasa depositadas en dichos intercambiadores de calor.

50 El documento IN 2028/DEL/2011 describe un método de flujo continuo de cristalización de grasa saturada a partir del aceite que comprende primero someter al aceite a enfriamiento rápido seguido por enfriamiento lento del aceite. Después del lento enfriamiento, el aceite se somete de nuevo a enfriamiento rápido. El enfriamiento rápido del aceite se realiza a una temperatura por encima del punto de fusión del aceite al que se inicia la formación de núcleos de la grasa saturada. Esto va seguido por el enfriamiento lento del aceite a una temperatura por debajo del punto de fusión del aceite para facilitar la formación de cristal y endurecimiento natural de los cristales. El método comprende el enfriamiento rápido adicional del aceite a una temperatura que facilita la maduración del cristal de la grasa saturada.

55 El documento WO 98/51753 describe un método de fraccionamiento de una masa de triglicéridos, comprendiendo dicho método las etapas de: (a) calentar la masa mezclada de triglicéridos para formar un fundido; (b) enfriar el fundido a una temperatura por debajo de la temperatura suficiente para el crecimiento del cristal y por encima de la temperatura

crítica del fundido para formar una disolución súper-enfriada; (c) introducir energía a dicha disolución súper-enfriada suficiente para formar núcleos de cristal; y (d) hacer crecer dichos núcleos cristalinos en cristales en una disolución estática.

Compendio de la invención

5 Los inventores han desarrollado un proceso mejorado para el fraccionamiento continuo de aceites de glicérido que comprende al menos el 80% en peso de aceite de palma que permite la fabricación de una fracción de oleína de alta calidad en alto rendimiento y en un periodo de tiempo relativamente corto.

El proceso de fraccionamiento seco continuo de la presente invención comprende las siguientes etapas sucesivas:

10 (a) proporcionar un aceite de glicérido líquido que tiene una temperatura que es al menos 5°C mayor que el punto de inicio de solidificación (SOP, por sus siglas en inglés) del aceite de glicérido, siendo el SOP del aceite de glicérido la temperatura mínima a la que el aceite de glicérido tiene un valor N de 0%;

(b) pre-enfriar el aceite de glicérido líquido a una velocidad de enfriamiento de al menos 1°C/min pasando el aceite de glicérido a través de un intercambiador de calor para reducir la temperatura del aceite de glicérido líquido con al menos 5°C a una temperatura que no es inferior que 10°C por debajo del SOP y no mayor que 5°C por encima del SOP;

15 (c) homogeneizar el aceite de glicérido pre-enfriado para producir un aceite de glicérido pre-nucleado pasando el aceite de glicérido pre-enfriado a través de un homogeneizador en que la temperatura del aceite de glicérido se mantiene a una temperatura dentro de 1°C de la temperatura de pre-nucleación T_p durante al menos 0,5 horas, estando dicha T_p 0,5-10°C por debajo del SOP;

20 (d) cristalizar el aceite de glicérido pre-nucleado para producir un aceite de glicérido cristalizado que contiene cristales de grasa separables pasando el aceite de glicérido pre-nucleado a través de uno o más cristalizadores para reducir la temperatura del aceite de glicérido pre-nucleado con al menos 10°C a una temperatura de cristalización T_c y manteniendo el aceite de glicérido a una temperatura dentro de 1°C de T_c durante al menos 1 hora; y

(e) eliminar los cristales de grasa separables del aceite de glicérido cristalizado y recuperar una fracción de oleína del aceite de glicérido.

25 Aunque los inventores no desean estar atados por la teoría, se cree que las etapas iniciales del proceso actual, es decir, rápido enfriamiento del aceite de glicérido líquido seguido por la homogeneización, inducen la formación de pequeños núcleos uniformes de triglicéridos trisaturados en el aceite de glicérido. Estos núcleos facilitan la formación acelerada de cristales de grasa fácilmente separables durante el posterior paso del aceite de glicérido a través de uno o más cristalizadores. La eliminación de estos cristales de grasa del aceite de glicérido produce una fracción de oleína de alta calidad (p.ej., punto de enturbiamiento relativamente bajo) en alto rendimiento.

30 El proceso actual se adapta particularmente para el fraccionamiento seco del aceite de palma. El proceso puede usarse de forma adecuada para producir oleínas de palma que tienen un índice de yodo (IV) en el intervalo de 56 a 64.

35 En el proceso actual, el aceite de glicérido líquido se mantiene a una temperatura dentro de 1°C de la temperatura de pre-nucleación T_p durante al menos 0,5 horas, estando dicha T_p 0,5-10°C por debajo del punto de inicio de solidificación (SOP) del aceite de glicérido, siendo el SOP del aceite de glicérido la temperatura mínima a la que el aceite de glicérido tiene un valor N de 0%. Para aceites de glicérido que se dan de forma natural el SOP es significativamente mayor que el punto de fusión de deslizamiento del mismo aceite de glicérido. Esto es porque en el punto de fusión de deslizamiento estos aceites de glicérido contienen alguna grasa cristalina. Por ejemplo, el aceite de palma típicamente tiene un punto de fusión de deslizamiento de 37°C. Al mismo tiempo, como es evidente a partir de la siguiente tabla, el aceite de palma tiene un contenido en grasa sólida en su punto de fusión de deslizamiento de alrededor de 5%.

Temperatura (°C)	Contenido en grasa sólida (%)
10	52-56
15	35-42
20	23,6-30,7
25	16-18,5
30	7,5-9,5
35	3,7-6,6
40	0,5-4

45	0-0,7
50	0

Determinado por RMN pulsado

La presente descripción también proporciona un sistema para el fraccionamiento seco continuo de aceites de glicérido, que es útil para entender la invención sin ser parte de ella, que comprende:

- 5
 - Un recipiente de alimentación que comprende una salida;
 - Un intercambiador de calor de placas que comprende una salida y una entrada que está conectada a la salida del recipiente de alimentación;
 - Un homogeneizador que comprende una salida y una entrada que está conectada a la salida del intercambiador de calor de placas;
- 10
 - Una secuencia de al menos 2 cristalizadores que incluye un primer cristalizador y un último cristalizador, estando la entrada del primer cristalizador conectada a la salida del homogeneizador; y
 - Un separador sólido-líquido que tiene una entrada que está conectada con la salida del último cristalizador.

Breve descripción de las figuras

15 La Fig. 1 es un diagrama de flujo en bloque de un proceso continuo para el fraccionamiento seco de aceites de glicérido de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de proceso que muestra las unidades de proceso para el pre-enfriado, homogeneización y cristalización continua del aceite de glicérido en un proceso de fraccionamiento seco continuo según la presente invención.

Descripción detallada de la invención

20 Por consiguiente, un aspecto de la invención se refiere a un proceso continuo de fraccionamiento seco de un aceite de glicérido que comprende al menos 80% en peso de aceite de palma, comprendiendo dicho proceso:

- (a) Proporcionar un aceite de glicérido líquido que tiene una temperatura que es al menos 5°C mayor que el punto de inicio de solidificación (SOP) del aceite de glicérido, siendo el SOP del aceite de glicérido la temperatura mínima a la que el aceite de glicérido tiene un valor N de 0%;
- 25 (b) Pre-enfriar el aceite de glicérido líquido a una velocidad de enfriamiento de al menos 1°C/min pasando el aceite de glicérido a través de un intercambiador de calor para reducir la temperatura del aceite de glicérido líquido con al menos 5° a una temperatura que no es menor que 10°C por debajo del SOP y no mayor que 5°C por encima del SOP;
- 30 (c) Homogeneizar el aceite de glicérido pre-enfriado para producir un aceite de glicérido pre-nucleado pasando el aceite de glicérido pre-enfriado a través de un homogeneizador en que la temperatura del aceite de glicérido se mantiene a una temperatura dentro de 1°C de la temperatura de pre-nucleación T_p durante al menos 0,5 horas, estando dicha T_p 0,5-10°C por debajo del SOP;
- 35 (d) Cristalizar el aceite de glicérido pre-nucleado para producir un aceite de glicérido cristalizado que contiene cristales de grasa separables pasando el aceite de glicérido pre-nucleado a través de uno o más cristalizadores para reducir la temperatura del aceite de glicérido pre-nucleado con al menos 10°C a una temperatura de cristalización T_c y manteniendo el aceite de glicérido a una temperatura dentro de 1°C de T_c durante al menos 1 hora; y
- (e) Eliminar los cristales de grasa separables del aceite de glicérido cristalizado y recuperar una fracción de oleína del aceite de glicérido.

40 El término "glicérido" como se usa en la presente memoria se refiere a ésteres de glicerol, uno o más ácidos grasos y opcionalmente otro ácido, p.ej., ácido fosfórico.

El término "aceite" como se usa en la presente memoria se refiere a un material lipídico que puede ser líquido o sólido a temperatura ambiente (20°C).

45 El término "grasa" como se usa en la presente memoria, a menos que se indique otra cosa, se refiere a un aceite que es sólido o semi-sólido a 20°C.

El término "punto de inicio de solidificación" o "SOP" es la temperatura mínima a la que el aceite de glicérido tiene un valor N de 0%. Para el aceite de palma el SOP típicamente está alrededor de 45°C.

50 El valor N a una temperatura de t°C (N_t) se refiere al contenido de grasa sólida del aceite a una temperatura de t°C como se mide por medio de la norma ISO 8292 – Grasas y aceites animales y vegetales – Determinación del contenido de grasa sólida – método de resonancia magnética nuclear pulsada.

Se sabe en la técnica que el aceite fundido puede tener “memoria cristalina”, de manera que parece recordar su historial cristalino previo y está influido hacia esa conformación durante la cristalización posterior. Los remanentes del estado cristalino después de que se funda una grasa son indeseables en el proceso de la presente invención porque esto puede afectar de forma adversa al proceso de cristalización, especialmente a mayores velocidades de enfriamiento. Por lo tanto, en una realización preferida, el aceite de glicérido líquido empleado en el proceso según la presente invención no tiene memoria cristalina.

Es posible destruir toda la memoria cristalina de una grasa o aceite calentándolo suficientemente. Por consiguiente, en una realización del proceso actual el aceite de glicérido usado se calienta primero hasta que toda su memoria cristalina se destruye para proporcionar el aceite de glicérido líquido. Preferiblemente, el aceite de glicérido se calienta primero a una temperatura por encima del SOP, más preferiblemente a una temperatura que es al menos 5°C mayor que el SOP, incluso más preferiblemente a una temperatura que es al menos 10°C mayor que el SOP. Típicamente, el aceite de glicérido se calienta a una temperatura de al menos 60°C, más preferiblemente de al menos 65°C.

El proceso según la presente invención se usa preferiblemente para fraccionar un aceite de glicérido con un SOP de al menos 25°C. Más preferiblemente, el aceite de glicérido tiene un SOP en el intervalo de 30-55°C.

El aceite de glicérido comprende al menos 80% en peso, más preferiblemente al menos 90% en peso y lo más preferiblemente al menos 95% en peso de aceite de palma. Dicho aceite de palma es preferiblemente un aceite de palma refinado blanqueado desodorizado (RBDPO, por sus siglas en inglés). Sin embargo, un experto en la técnica reconocerá que otros productos de aceite de palma pueden usarse sin alejarse de esta invención.

En el proceso actual, el aceite de glicérido líquido se pre-enfría para acortar el tiempo de enfriamiento necesario en las etapas del proceso adicionales. Típicamente, un intercambiador de calor se usa para pre-enfriar el aceite de glicérido líquido. Se prefiere que este intercambiador de calor sea un intercambiador de calor de placas. Por consiguiente, el pre-enfriamiento del aceite de glicérido líquido en el proceso actual comprende pasar el aceite de glicérido líquido a través de una unidad de intercambiador de calor de placas. El rápido enfriamiento se consigue mejorando un coeficiente de transferencia de calor efectivo y eficiente entre el aceite de glicérido líquido y el medio de enfriamiento (p.ej., agua refrigerada) suministrada a la unidad de intercambiador de calor.

Preferiblemente, la temperatura del aceite de glicérido líquido se reduce en el intercambiador de calor con al menos 8°C, más preferiblemente con al menos 10°C y lo más preferiblemente con 12-30°C. En el intercambiador de calor la temperatura del aceite de glicérido se reduce típicamente a una temperatura que no es menor que 8°C por debajo del SOP, más preferiblemente a una temperatura que no es menor que 5°C por debajo del SOP y lo más preferiblemente a una temperatura que no es menor que 2°C por debajo del SOP y no mayor que 3°C por encima del SOP. Según una realización preferida, la temperatura del aceite de glicérido pre-enfriado es 40-55°C, más preferiblemente 42-52°C y lo más preferiblemente 45-50°C.

La velocidad de enfriamiento usada para pre-enfriar el aceite de glicérido líquido es preferiblemente de al menos 2°C/min, más preferiblemente 3-10°C/min.

Para darse cuenta de todos los beneficios de la presente invención, es importante que los precursores de los cristales de grasa, p.ej. núcleos uniformes pequeños de triglicéridos trisaturados, se formen en el aceite de glicérido antes de que la etapa de cristalización se lleve a cabo. Estos precursores comienzan a formarse a la temperatura de pre-nucleación T_p , que típicamente excede el punto de fusión de deslizamiento (SMP) del aceite de glicérido. El SMP es la temperatura a la que una columna de la grasa sólida empieza a subir en un tubo debido a la flotabilidad y debido a que la superficie externa de la grasa sólida está fundida. El SMP puede medirse por medio de la norma ISO 6321:2002 – Grasas y aceites animales y vegetales – Determinación del punto de fusión en tubos capilares abiertos (punto de deslizamiento).

Según una realización preferida del proceso actual, T_p está 0,7-8°C por debajo del SOP, más preferiblemente al menos 0,8-7°C por debajo del SOP y lo más preferiblemente 1-5°C por debajo del SOP. Típicamente, T_p cae en el intervalo de 38°C a 48°C, más preferiblemente en el intervalo de 39°C a 45°C y lo más preferiblemente en el intervalo de 40°C a 43°C.

En el proceso según la presente invención la pre-nucleación del aceite de glicérido pre-enfriado tiene lugar durante la etapa de homogeneización. La etapa de homogeneización comprende pasar el aceite de glicérido pre-enfriado a través de un homogeneizador. La temperatura del aceite de glicérido pre-enfriado puede reducirse adicionalmente de forma adecuada en el homogeneizador, especialmente si el aceite de glicérido pre-enfriado tiene una temperatura que excede el SOP. Según una realización particularmente preferida, la temperatura del aceite de glicérido enfriado se reduce con 0,5-10°C, más preferiblemente con 1-8°C y lo más preferiblemente con 2-6°C.

Preferiblemente la etapa de homogeneización se realiza usando un homogeneizador que comprende un impulsor de pala de paso múltiple. Típicamente, este impulsor de pala de paso múltiple se monta en un eje vertical para proporcionar una mejor agitación durante el proceso de homogeneización. En el homogeneizador, la temperatura del aceite de glicérido se controla y se mantiene dentro de 1°C, preferiblemente dentro de 0,5°C de T_p durante al menos 0,5 horas, preferiblemente durante al menos 1 hora.

Para formar los cristales de grasa separables en el aceite de glicérido pre-nucleado, dicho aceite se pasa a través de uno o más cristalizadores en la etapa de cristalización (d). En una realización preferida, el aceite de glicérido pasa hacia arriba a través de uno o más cristalizadores.

5 Para promover el crecimiento de cristal, se usa preferiblemente la agitación durante el proceso de cristalización. Típicamente, la velocidad de agitación es suficientemente baja como para minimizar la nucleación secundaria y el daño cristalino, aún suficiente para promover la transferencia de calor. Por consiguiente, en una realización preferida, el uno o más cristalizadores usados en el proceso actual comprenden un mezclador o agitador con o sin un rascador de superficie. Más preferiblemente, el uno o más cristalizadores usados en el actual proceso comprenden un impulsor de pala plana múltiple. Típicamente, dicho impulsor de pala plana múltiple se monta en un eje vertical.

10 Se prefiere que el uno o más cristalizadores empleados en el proceso actual sean cristalizadores tubulares que se enfrían mediante un medio de enfriamiento que se mueve a través del cristizador en contracorriente con la corriente del aceite de glicérido. Preferiblemente el medio de enfriamiento se aplica tanto externamente como internamente al uno o más cristalizadores.

15 En la etapa de cristalización del proceso actual, la cristalización se induce de un modo controlado que comprende reducir la temperatura del aceite de glicérido pre-nucleado a una temperatura de cristalización T_c a la que se forman los cristales de grasa. Preferiblemente la temperatura del aceite de glicérido pre-nucleado se reduce con al menos 10°C , más preferiblemente con al menos 15°C y lo más preferiblemente con al menos 20°C . Típicamente, T_c está en el intervalo de $12\text{-}30^\circ\text{C}$, más preferiblemente en el intervalo de $15\text{-}28^\circ\text{C}$.

20 En el proceso actual, la temperatura del aceite de glicérido en los cristalizadores se controla y se mantiene a una temperatura dentro de 1°C de T_c , preferiblemente dentro de $0,5^\circ\text{C}$ de T_c durante al menos 0,5 horas, más preferiblemente de al menos 0,8 horas, y lo más preferiblemente durante al menos 1 hora.

25 La cristalización es un proceso altamente delicado. La calidad y rendimiento de los cristales producidos es muy sensible al gradiente de temperatura aplicado, a la temperatura usada y a la longitud del periodo de tiempo a que se aplica esa temperatura. Se encontró que los beneficios de la invención se consiguen particularmente cuando los cristales de grasa separables se forman en el aceite de glicérido pre-nucleado en al menos dos etapas controladas de temperatura y tiempo diferentes: primero nucleando más los pequeños núcleos de grasa uniformes para facilitar la formación de cristal y posteriormente usando los núcleos de cristal de grasa así producidos para cristalizar en cristales de grasa separables. Típicamente, la primera etapa de nucleación implica un enfriamiento más rápido del aceite que la segunda etapa de cristalización.

30 Por consiguiente, en una realización preferida del proceso actual, la cristalización del aceite de glicérido pre-nucleado comprende:

- (d1) pasar el aceite de glicérido pre-nucleado a través de uno o más cristalizadores primarios para producir un aceite de glicérido nucleado que contiene núcleos de cristal de grasa reduciendo la temperatura del aceite de glicérido pre-nucleado con al menos ΔT_1 $^\circ\text{C}$ a una temperatura de nucleación T_n que está $8\text{-}20^\circ\text{C}$ por debajo del SOP del aceite de glicérido, alcanzándose dicha reducción de temperatura en un periodo de t_1 de 0,5-3 horas; y
- 35 (d2) pasar el aceite de glicérido nucleado a través de uno o más cristalizadores secundarios para producir el aceite de glicérido cristalizado reduciendo la temperatura del aceite de glicérido nucleado mediante al menos ΔT_2 $^\circ\text{C}$ y manteniendo el aceite de glicérido a una temperatura dentro de 1°C de T_c durante un periodo t_2 de 1-20 horas;

40 En donde las etapas de enfriamiento (d1) y (d2) se realizan bajo condiciones de agitación suave; y en donde ΔT_1 y ΔT_2 cumplen los siguientes requisitos:

$$8 \leq \Delta T_1 \leq 20;$$

$$3 \leq \Delta T_2 \leq 25;$$

$$\Delta T_2/t_2 \leq 0,7 \Delta T_1/t_1.$$

45 La cristalización continua del aceite de glicérido usando una serie de unidades cristalizadoras para alcanzar un perfil de enfriamiento particular como se describe en adelante se encontró que proporciona mejores rendimientos y que reduce el periodo de cristalización total sin comprometer la calidad de las fracciones obtenidas.

El proceso de la presente invención ofrece la ventaja de que emplea tiempos de cristalización relativamente cortos. Típicamente, el tiempo total de residencia del aceite de glicérido en el uno o más cristalizadores primarios está en el intervalo de 0,5-2,5 horas, lo más preferiblemente en el intervalo de 0,8-2 horas.

50 En una realización preferida, ΔT_1 está en el intervalo de $9\text{-}18^\circ\text{C}$, más preferiblemente en el intervalo de $10\text{-}15^\circ\text{C}$.

La temperatura de nucleación T_n está preferiblemente en el intervalo de $27\text{-}38^\circ\text{C}$, más preferiblemente en el intervalo de $28\text{-}36^\circ\text{C}$ y lo más preferiblemente en el intervalo de $29\text{-}35^\circ\text{C}$.

La reducción de temperatura ΔT_1 se alcanza típicamente en un periodo t_1 de 0,7-2,5 horas, lo más preferiblemente de 1-2 horas.

5 Típicamente se aplica agitación suave en el uno o más cristalizadores primarios para mejorar la formación de cristales. Preferiblemente la agitación suave se realiza a una velocidad de menos de 25 rpm, más preferiblemente menos que 20 rpm.

Según una realización preferida del proceso actual, el aceite de glicérido nucleado a partir de uno o más cristalizadores primarios se transfiere al uno o más cristalizadores secundarios mediante una condición de flujo por gravedad.

10 Típicamente, el tiempo total de residencia del aceite de glicérido en el uno o más cristalizadores secundarios es al menos 0,5 horas, más preferiblemente al menos 1 hora. El tiempo de residencia en el uno o más cristalizadores secundarios depende del nivel de insaturación de la fracción de oleína que se produce por el proceso. Cuanto mayor sea el nivel de insaturación, mayor será el tiempo de residencia total que se necesita para producir la oleína.

15 El proceso actual puede usarse, por ejemplo, para producir una oleína de palma altamente insaturada con un índice de yodo de 60 o más. Para alcanzar esto se prefiere emplear dos o más cristalizadores secundarios para reducir gradualmente la temperatura del aceite de glicérido a p.ej. menos de 20°C antes de eliminar los cristales de grasa (estearina) y recuperar la fracción de oleína.

En una realización preferida, ΔT_2 está en el intervalo de 4-22°C, más preferiblemente en el intervalo de 4,5-20°C y lo más preferiblemente 5-18°C.

20 En una realización de la presente invención el aceite de glicérido es aceite de palma que tiene un índice de yodo de 50-55, un SMP de 33-39°C y un SOP de 42-52°C, T_c está en el intervalo de 18-26°C y la oleína de palma obtenida tiene un índice de yodo de 56-58.

En otra realización, el aceite de glicérido es aceite de palma que tiene un índice de yodo de 50-55, un SMP de 33-39°C y un SOP de 42-52°C, T_c está en el intervalo de 18-22°C y la oleína de palma obtenida tiene un índice de yodo de 58-60.

25 En una realización adicional, el aceite de glicérido es aceite de palma que tiene un índice de yodo de 50-55, un SMP de 33-39°C y un SOP de 42-52°C, T_c está en el intervalo de 15-21°C y la oleína de palma obtenida tiene un índice de yodo de 60-62.

En aún otra realización, el aceite de glicérido es aceite de palma que tiene un índice de yodo de 50-55, un SMP de 33-39°C y un SOP de 42-52°C, T_c está en el intervalo de 10-18°C y la oleína de palma obtenida tiene un índice de yodo de al menos 62.

30 En otra realización del proceso según la invención, el aceite de glicérido es un aceite de palma que tiene un índice de yodo de 50-55, un SMP de 33-39°C y un SOP de 42-52°C, y en dicho proceso los cristales de grasa que se eliminan del aceite de glicérido representan el 10-20% en peso de dicho aceite de glicérido, y estos cristales de grasa tienen un índice de yodo de 25-40 y un SMP de 45-56°C.

35 Típicamente, se aplica agitación suave en el uno o más cristalizadores secundarios para mantener la formación de cristal y proporcionar suficiente transferencia de calor durante el proceso de cristalización. Preferiblemente, la agitación suave se realiza a una velocidad de menos de 15 rpm.

40 El aceite de glicérido cristalizado a partir del uno o más cristalizadores secundarios se somete a una técnica de separación para eliminar los cristales de grasa separables (estearina) del aceite de glicérido cristalizado y recuperar una fracción de oleína del aceite de glicérido. Preferiblemente, en el proceso actual, los cristales de grasa separables se eliminan del aceite de glicérido cristalizado por medio de centrifugación y/o filtración. La centrifugación puede referirse a, por ejemplo, una centrífuga de boquilla, filtro centrífugo o decantador centrífugo.

Más preferiblemente, los cristales de grasa separables se eliminan del aceite de glicérido cristalizado por medio de filtración, incluso más preferiblemente por filtración con membrana o filtración hidráulica y lo más preferiblemente por filtración de membrana.

45 En una realización preferida, la etapa d2 del proceso actual comprende pasar el aceite de glicérido nucleado a través de una secuencia de al menos dos cristalizadores secundarios, que incluye un primer cristizador secundario y un segundo cristizador secundario, en donde la temperatura del aceite de glicérido nucleado se reduce con 4-8°C en el primer cristizador secundario y el tiempo de residencia en el primer cristizador es al menos 0,5 horas, y en donde la temperatura del aceite de glicérido se reduce con 3-6°C en el segundo cristizador secundario y el tiempo de residencia en el segundo cristizador es al menos 0,5 horas.

Preferiblemente, la temperatura del aceite de glicérido nucleado se reduce con 4-8°C, más preferiblemente con 3-6°C en el primer cristizador secundario. Típicamente, la temperatura del aceite de glicérido nucleado se reduce en el

primer cristizador secundario a 28°C o por debajo y más preferiblemente a 27°C o por debajo. Típicamente el tiempo de residencia en el primer cristizador secundario es al menos 0,5 horas, más típicamente al menos 1 hora.

5 Ventajosamente, la temperatura del aceite de glicérido se reduce con 3-6°C, más preferiblemente con 3-4°C en el segundo cristizador secundario, incluso más preferiblemente a 24°C o por debajo y lo más preferiblemente a 22°C o por debajo. Típicamente el tiempo de residencia en el segundo cristizador secundario es al menos 0,5 horas, más típicamente al menos 1 hora.

Preferiblemente, la temperatura del aceite de glicérido se reduce con 0,5-2°C, más preferiblemente con 0,5-1°C en cada uno de los cristizadores secundarios adicionales. Típicamente el tiempo de residencia en cada uno de los cristizadores secundarios adicionales es al menos 0,5 horas, más típicamente al menos 1 hora.

10 Como se explica anteriormente, la pre-nucleación en la etapa de homogeneización y cristalización en la etapa de cristalización se realizan de forma adecuada bajo agitación. Típicamente el nivel de agitación empleado en la etapa de cristalización es sustancialmente menor que en la etapa de homogeneización. Esto es porque el aceite de glicérido típicamente contiene cristales mayores en la etapa de cristalización que no deberían dañarse. Por consiguiente, en el proceso actual, la homogeneización del aceite de glicérido pre-enfriado comprende pasar el aceite de glicérido pre-enfriado a través de un homogeneizador que comprende una o más palas rotatorias y la cantidad de potencia mecánica que se aplica al aceite de glicérido en el homogeneizador excede 1×10^{-3} W/kg, mientras que la cristalización del aceite de glicérido pre-nucleado comprende pasar el aceite de glicérido pre-nucleado a través de uno o más cristizadores tubulares que comprenden una o más palas rotatorias, en donde la cantidad de potencia mecánica que se aplica al aceite de glicérido en el cristizador no excede de 0,1 W/kg, y en donde la cantidad de potencia mecánica que se aplica en el homogeneizador es al menos 2 veces tan alta, más preferiblemente al menos 3 veces tan alta y lo más preferiblemente al menos 4 veces tan alta como la cantidad de potencia mecánica que se aplica durante el enfriamiento del aceite de glicérido pre-nucleado en cada uno de los uno o más cristizadores tubulares.

La presente descripción también se refiere a un sistema para el fraccionamiento seco continuo de aceites de glicérido, que es útil para entender la invención sin ser parte de él, que comprende:

- 25
- Un recipiente de alimentación que comprende una salida;
 - Un intercambiador de calor de placas que comprende una salida y una entrada que se conecta a la salida del recipiente de alimentación;
 - Un homogeneizador que comprende una salida y una entrada que está conectada a la salida del intercambiador de calor de placas;
- 30
- Una secuencia de al menos 2 cristizadores que incluyen un primer cristizador y un último cristizador, la entrada del primer cristizador conectándose a la salida del homogeneizador; y
 - Un separador sólido-líquido que tiene una entrada que está conectada con la salida del último cristizador.

Para realizar la agitación en la etapa de homogeneización como se describe anteriormente, preferiblemente, en el sistema útil para entender la presente invención el homogeneizador comprende un impulsor de pala de paso múltiple.

35 Para realizar la agitación en la etapa de cristalización como se describe anteriormente, preferiblemente, en el sistema útil para entender la presente invención, los al menos dos cristizadores comprenden un impulsor de pala plana múltiple.

La Fig. 1 es un diagrama de flujo en bloque de un proceso continuo para el fraccionamiento seco de aceites de glicérido de acuerdo con la presente invención. El diagrama comprende 6 secciones:

- 40
- (A) una sección de alimentación de aceite,
 - (B) una sección de pre-enfriamiento
 - (C) una sección de homogeneización,
 - (D) una sección de cristalización,
 - (E) una sección de filtración, y
- 45
- (F) una sección de enfriamiento y congelación para proporcionar el fluido de intercambio de calor a la sección B y la sección D.

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de proceso que muestra las unidades de proceso para el pre-enfriamiento, homogeneización y cristalización continua de aceite de glicérido en el proceso de fraccionamiento seco continuo de acuerdo con la presente invención.

50 La sección de alimentación de aceite comprende un tanque de alimentación (A') que contiene una tubería de reciclaje para proporcionar una agitación continua durante el proceso de calentamiento y para una mejor circulación de transferencia de calor.

5 La sección de pre-enfriamiento comprende una unidad de intercambiador de calor de placas (B') con agua refrigerada que sirve como un medio de enfriamiento rápido para absorber calor a partir de la tubería de aceite de alimentación caliente. El rastreo de la tubería de vapor también se incluye en el caso de que se diera la incrustación del aceite en la tubería de aceite. Preferiblemente, el agua refrigerada suministrada se controla a una temperatura de al menos 15°C o menos para enfriar de forma eficiente el aceite de alimentación caliente antes de transferirse en la unidad del homogeneizador.

10 La sección de homogeneización comprende una unidad del homogeneizador (C') que está equipado con un impulsor de pala de paso múltiple montado en un eje vertical. Este agitador sirve para agitar de forma continua el aceite de alimentación durante el proceso de homogeneización además de para mantener la temperatura de aceite deseada antes de someter dicho aceite al proceso de cristalización.

15 La sección de cristalización comprende seis unidades cristalizadoras indicadas como D'1, D'2, D'3, D'4, D'5 y D'6. Se sabe en la técnica que las unidades cristalizadoras están equipadas básicamente con bovinas de enfriamiento interno y/o aletas de enfriamiento y/o una camisa externa dependiendo de la escala de producción o tamaño de cristizador usado. En las realizaciones preferidas de la presente invención, todas las unidades cristalizadoras están equipadas con un impulsor de pala plana múltiple montado en un eje vertical como un agitador, una bovina de enfriamiento interno y una camisa de enfriamiento externo para proporcionar suficiente coeficiente de transferencia de calor durante el proceso de cristalización. Las aletas de enfriamiento interno pueden usarse para proporcionar una mejor transferencia de calor y efecto de enfriamiento dentro del cristizador sin separarse de la presente realización.

20 La sección de filtración puede comprender una prensa de filtro hidráulico o una prensa de filtro de membrana (F') para separar los triglicéridos de alto punto de fusión (fracción de estearina) de los triglicéridos de bajo punto de fusión (fracción de oleína).

En una realización particular, la línea inferior de la unidad cristalizadora D'n puede volverse una tubería de entrada para recibir el aceite de glicérido de la unidad cristalizadora D'(n-1) o una tubería de salida para transferir el aceite de glicérido cristalizado a la sección de filtración F', donde n es 3 o superior.

25 La presente invención se ilustra además mediante los siguientes ejemplos no limitantes.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos se proporcionan para ilustrar adicionalmente y describir realizaciones particulares de la presente invención, y de ningún modo van a estar contruidos para limitar la invención a los procedimientos, condiciones o composiciones específicos descritos en ella.

30 Caracterizaciones fisicoquímicas de la fracción líquida (oleína) y fracción sólida (estearina)

Después del proceso de cristalización, la lechada de cristal se sometió a filtración por prensa para el proceso de separación. El peso de la fracción líquida y la fracción sólida se midió para determinar el porcentaje de rendimientos obtenidos. La característica fisicoquímica de ambas fracciones se analizó para el índice de yodo (IV), punto de enturbiamiento (Cp) y punto de fusión de deslizamiento (SMP). El índice de yodo (IV) indica el grado de insaturación de aceite. Se mide según el método de prueba MPOB p.3.2:2004, un método descrito en Ainie et al., "Determination of Iodine Value (WJIS) for Palm Oil and Palm Oil Products", p3.2:2004. Este método es técnicamente equivalente a un método industrial descrito en la norma ISO3961:1996; "Animal and Vegetable Fat and Oils".

40 El punto de enturbiamiento (Cp) es la temperatura a la que el aceite comienza a enturbiarse, después de la cristalización bajo condiciones de enfriamiento controlado. Está relacionado con la insaturación del aceite, y disminuye mientras la insaturación del aceite aumenta. El punto de enturbiamiento estándar para la oleína de palma IV56 es 10°C (máx.), para la oleína de palma IV58 es 8°C (máx.), para la oleína de palma IV60 es 6°C (máx.) y para la oleína de palma IV62 a IV64 es 3°C a 4°C (máx.).

45 El punto de fusión de deslizamiento (SMP) es una temperatura a la que una columna de grasa de longitud especificada comienza a elevarse en un tubo capilar abierto. Se determina según el método de prueba MPOB 25 p4.2:2004, un método descrito en Ainie et al., "Method of Test for Palm Oil and Palm Oil Products: Determination of Slip Melting Point", p.4.2:2004. El punto de fusión de deslizamiento estándar del aceite de palma refinado es 33°C a 39°C, de estearina de palma RBD es 47°C a 54°C y de oleína de palma RBD es 19°C a 24°C.

Ejemplo 1

50 El aceite de palma RBD con índice de yodo (en adelante denominado como IV) de 52 se calentó a temperatura de 60°C a 70°C en un tanque de alimentación de 70 kg para destruir la memoria de los cristales. El fundido se pre-enfrió entonces a una temperatura de 45-50°C en un modo continuo pasándolo a través de un intercambiador de calor de placas (enfriador) en una unidad homogeneizadora de 50 L donde se mantuvo agitado y se mantuvo a temperatura de 40°C a 43°C.

5 El aceite pre-enfriado homogeneizado se transfirió de forma continua desde el homogeneizador a la parte inferior de un cristizador 1 encamisado y relleno hasta que desbordó a la siguiente unidad cristalizadora. El cristizador 1 se suministró con agua enfiada dentro de la bobina enfiadora y encamisado externo como un medio de enfiamiento. Se agitó de forma continua a 14 rpm para proporcionar un coeficiente de transferencia de calor suficiente a la pared del cristizador y mantuvo la lechada en movimiento. El aceite dentro del cristizador 1 se enfió para obtener una temperatura de aceite final entre 30°C a 34°C cuando estaba a punto de desbordar y se transfirió a la parte inferior del cristizador 2.

10 La velocidad del agitador en el cristizador 2 se adaptó más lento que el cristizador 1 de aproximadamente 12 rpm para evitar el daño del cristal. La temperatura del aceite en el cristizador 2 se redujo adicionalmente para mantener el crecimiento del cristal hasta que se alcanzó una temperatura del aceite de aproximadamente 25°C a 27°C antes de desbordar y transferirse a la siguiente unidad cristalizadora (cristizador 3).

15 Las condiciones en el cristizador 3 se adaptaron de forma similar para alcanzar una temperatura de enfiamiento del aceite final de aproximadamente 24°C a 25°C. El aceite de glicérido que sale del cristizador 3 se sometió a un proceso de filtración. La lechada se retiró de la parte inferior del cristizador 3 y se bombeó a una prensa de filtro de membrana para obtener las fracciones de oleína y estearina.

Las tres unidades cristalizadoras tenían capacidad de volumen similar de 25 L cada una. El caudal de aceite procedente de la unidad homogeneizadora a la serie de unidades cristalizadoras se mantuvo a lo largo del proceso de cristalización continua.

20 Se realizaron tres experimentos usando una condición de procesado ligeramente diferente en los cristizadores 1 a 3. Las condiciones de procesado empleadas en los cristizadores se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1

Condición de operación:	Condición 1	Condición 2	Condición 3
TC1 (aceite)	30°C	32°C	34°C
Tiempo de residencia	90 min	90 min	90 min
Velocidad del agitador	14 rpm	14 rpm	14 rpm
TC2 (aceite)	26°C	27°C	26°C
Tiempo de residencia	90 min	90 min	90 min
Velocidad del agitador	12 rpm	12 rpm	12 rpm
TC3 (aceite)	25°C	25°C	25°C
Tiempo de residencia	90 min	90 min	90 min
Velocidad del agitador	12 rpm	12 rpm	12 rpm
Periodo total de cristalización	4,5 horas	4,5 horas	4,5 horas

*TC = temperatura del cristizador

25 Las propiedades de las fracciones de oleína y estearina así obtenidas se analizaron. Los resultados de los análisis se muestran en la Tabla 2 posterior. Los datos analíticos se comparan con los de una oleína de palma y una estearina de palma obtenida mediante un proceso en lotes convencional.

Tabla 2

Parámetro	Proceso en lotes	Proceso continuo		
		Condición 1	Condición 2	Condición 3
Rendimiento (%): oleína	80	84,5	82,78	83
Estearina	20	15,5	17,22	17
IV: oleína	56,0	56,5	56,55	56,65
Estearina	33,0	29,79	30,44	31,47

SMP (°C): oleína	23,2	21,2	21,3	23,2
Estearina	53,0	53,5	54,0	53,5
CP (°C): oleína	9,5	9,5	8,9	9,5

De acuerdo con la presente invención, la cristalización continua del aceite de palma había producido de 2% a 4,5% de rendimiento mayor que el proceso en lotes con más del 40% de reducción en el periodo de cristalización total.

Ejemplo 2

- 5 Para medir la consistencia del fraccionamiento seco de aceite de palma mediante un proceso de cristalización continua, se realizó un ensayo similar en el ejemplo 1 para realizar una filtración en 3 veces, de forma continua. Después de 4,5 horas de proceso de cristalización (incluyendo tampón), la lechada se retiró de la parte inferior del cristizador 3 (tampón) y se bombeó a una prensa de filtro de membrana para el proceso de filtración. De nuevo, una vez que el cristizador 3 estuvo casi lleno con lechada, la segunda filtración se realizó seguida por la tercera filtración, de forma repetida. Tarda aproximadamente 90 minutos de tiempo de tampón entre la segunda a la tercera filtración procesada. Las propiedades de la fracción de oleína y estearina en tres condiciones de procesado diferentes se analizaron y tabularon en la Tabla 3 posterior.

Tabla 3

Parámetro	Proceso continuo								
	Condición 1			Condición 2			Condición 3		
	Prensa 1	Prensa 2	Prensa 3	Prensa 1	Prensa 2	Prensa 3	Prensa 1	Prensa 2	Prensa 3
Rendimiento (%): oleína	82,7	82,9	83,7	82,5	84,15	81,67	84,59	84,04	83,48
Estearina	15,51	17,27	16,3	17,5	15,85	18,33	15,41	15,96	16,52
IV: oleína	56,50	56,87	56,42	56,78	57,62	57,76	57,08	56,78	56,73
Estearina	33,41	32,96	31,75	33,92	31,45	34,17	32,69	32,25	32,56
SMP (°C): oleína	22,0	23,3	23,0	22,3	21,7	21,5	20,5	20,7	20,6
Estearina	53,6	53,6	53,5	53,1	53,5	53,0	53,5	53,3	53,6
CP (°C): oleína	9,0	9,5	9,3	9,0	8,8	8,0	8,0	8,5	8,0

- 15 De acuerdo con la presente invención, la consistencia del producto de fraccionamiento seco de aceite de palma mediante cristalización continua del aceite de palma no fue muy diferente en la misma condición de procesado. La oleína producida se varió con promedio de IV56,6 (condición 1), IV57,4 (condición 2) e IV56,86 (condición 3), respectivamente. El rendimiento más alto grabado fue 84% según la condición de procesado 3 a la temperatura de aceite de enfriamiento final de 34°C (cristalizador 1), seguido por 26°C (cristalizador 2) y 25°C (tampón) antes de someterse al proceso de filtración. Además puede observarse que la calidad de la oleína obtenida que varía de IV56,42 a IV57,76 era muy prometedora con CP de 8°C a 9,5°C y SMP por debajo de 24°C (máx.).

REIVINDICACIONES

1. Un proceso continuo de fraccionamiento seco de un aceite de glicérido que comprende al menos 80% en peso de aceite de palma, comprendiendo dicho proceso:
 - 5 (a) proporcionar un aceite de glicérido líquido que tiene una temperatura que es al menos 5°C más alta que el punto de inicio de la solidificación (SOP) del aceite de glicérido, siendo el SOP del aceite de glicérido la temperatura mínima a la que el aceite de glicérido tiene un valor N de 0%;
 - (b) pre-enfriar el aceite de glicérido líquido a una velocidad de enfriamiento de al menos 1°C/min pasando el aceite de glicérido a través de un intercambiador de calor para reducir la temperatura del aceite de glicérido líquido con al menos 5°C a una temperatura que no es menor que 10°C por debajo del SOP y no mayor que 5°C por encima del SOP;
 - 10 (c) homogeneizar el aceite de glicérido pre-enfriado para producir un aceite de glicérido pre-nucleado pasando el aceite de glicérido pre-enfriado a través de un homogeneizador en que la temperatura del aceite de glicérido se mantiene a una temperatura dentro de 1°C de la temperatura de pre-nucleación T_p durante al menos 0,5 horas, estando dicha T_p 0,5-10°C por debajo del SOP;
 - 15 (d) cristalizar el aceite de glicérido pre-nucleado para producir un aceite de glicérido cristalizado que contiene cristales de grasa separables pasando el aceite de glicérido pre-nucleado a través de uno o más cristalizadores para reducir la temperatura del aceite de glicérido pre-nucleado con al menos 10°C a una temperatura de cristalización T_c y mantener el aceite de glicérido a una temperatura dentro de 1°C de T_c durante al menos 1 hora; y
 - 20 (e) eliminar los cristales de grasa separables del aceite de glicérido cristalizado y recuperar una fracción de oleína del aceite de glicérido.
2. El proceso según la reivindicación 1, en donde el aceite de glicérido tiene un SOP en el intervalo de 30-55°C.
3. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el intercambiador de calor que se usa para pre-enfriar el aceite de glicérido líquido es un intercambiador de calor de placas.
4. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la T_p excede el punto de fusión de deslizamiento (SMP) del aceite de glicérido.
5. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde T_p está en el intervalo de 40°C a 55°C, preferiblemente en el intervalo de 40°C a 50°C.
6. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el homogeneizador comprende un impulsor de pala de paso múltiple.
- 30 7. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes en donde T_c está en el intervalo de 12-30°C.
8. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cristalización del aceite de glicérido pre-nucleado comprende:
 - (d1) pasar el aceite de glicérido pre-nucleado a través de uno o más cristalizadores primarios para producir un aceite de glicérido nucleado que contiene núcleos de cristal de grasa reduciendo la temperatura del aceite de glicérido pre-nucleado con al menos ΔT_1 °C a una temperatura de nucleación T_n que es 8-20°C por debajo del SOP del aceite de glicérido, alcanzándose dicha reducción de temperatura en un periodo t_1 de 0,5-3 horas; y
 - (d2) pasar el aceite de glicérido nucleado a través de uno o más cristalizadores secundarios para producir el aceite de glicérido cristalizado reduciendo la temperatura del aceite de glicérido nucleado mediante al menos ΔT_2 °C y manteniendo el aceite de glicérido a una temperatura dentro de 1°C de T_c durante un periodo t_2 de 1-20 horas;
- 40 En donde las etapas de enfriamiento (d1) y (d2) se realizan bajo condiciones de agitación suave; y en donde ΔT_1 e ΔT_2 cumplen los siguientes requisitos:

$$8 \leq \Delta T_1 \leq 20;$$

$$3 \leq \Delta T_2 \leq 25;$$

$$\Delta T_2/t_2 \leq 0,7 \Delta T_1/t_1.$$
- 45 9. El proceso según la reivindicación 8, en donde la temperatura de nucleación T_n está en el intervalo de 30°C a 36°C.
10. El proceso según la reivindicación 8 o 9, en donde ΔT_1 está en el intervalo de 9-15°C.
11. El proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el aceite de glicérido es un aceite de palma que tiene un índice de yodo de 50-55, un SMP de 33-39°C y un SOP de 42-52°C, y en donde se obtiene una oleína de palma después de la eliminación de los cristales de grasa, representando dicha oleína de palma el 80-90% en peso de dicho aceite de glicérido, que tiene un índice de yodo de al menos 56.

Figura 1

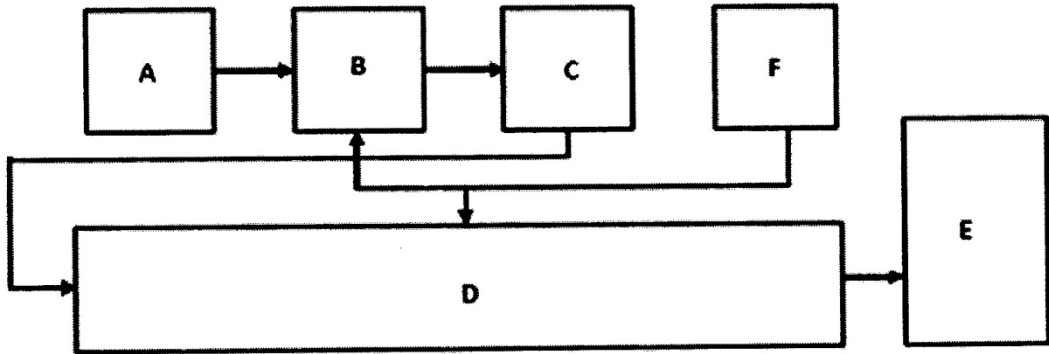


Figura 2

