



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 334 993**

51 Int. Cl.:  
**A23L 1/30** (2006.01)  
**A23L 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03765446 .4**  
96 Fecha de presentación : **17.06.2003**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1526782**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.05.2005**

54 Título: **Encapsulamiento de componentes sensibles mediante pre-emulsiónamiento.**

30 Prioridad: **24.07.2002 US 205146**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**18.03.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**18.03.2010**

73 Titular/es: **GENERAL MILLS, Inc.**  
**Number One General Mills Boulevard**  
**P.O. Box 1113**  
**Minneapolis, Minnesota 55440, US**

72 Inventor/es: **Van Lengerich, Bernhard, H.;**  
**Leung, Lily;**  
**Robie, Steven, C.;**  
**Lakkis, Jamileh;**  
**Kang, Young y**  
**Jarl, Thomas, M.**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 334 993 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

Encapsulamiento de componentes sensibles mediante pre-emulsiónamiento.

5 La presente invención se refiere a un proceso en continuo para producir partículas sólidas, discretas, estables al almacenamiento, que contienen un componente encapsulado y/o embebido tal como un componente farmacéutica, biológica o nutricionalmente activo, sensible al calor o fácilmente oxidable, tal como ácidos grasos omega-3.

10 Para encapsular un componente en una matriz, el material de matriz se calienta generalmente hasta una temperatura suficientemente elevada para proporcionar una masa plastificada que facilita la introducción o el revestimiento del componente. Tras enfriar, el material de matriz se endurece o solidifica y protege al agente encapsulante de la reacción prematura o indeseable. La molienda de un producto solidificado o vítreo para obtener un tamaño de partículas deseado para incorporarlo en alimentos o bebidas generalmente da como resultado la formación de trozos con formas irregulares y superficies rugosas. Los trozos con formas irregulares y las superficies agrietadas tienden a dar como  
15 resultado una liberación no uniforme del agente encapsulante, el aumento de la difusión de los agentes encapsulantes líquidos y un aumento de la penetración del oxígeno y del agua, lo que puede afectar de forma perjudicial a los agentes encapsulantes sensibles, tales como los componentes fácilmente oxidables.

20 Adicionalmente, el calentamiento de la matriz para plastificarla o para formar una masa fundida puede afectar de manera perjudicial o descomponer el agente encapsulante así como el material de matriz. El mezclamiento o la cizalladura elevada usados para dispersar el agente encapsulante de manera uniforme por todo el material de matriz plastificado puede asimismo afectar de manera adversa al material de matriz o al agente encapsulante. Además, el uso de temperaturas elevadas para plastificar o fundir el material de matriz puede provocar la evaporación y pérdida del agente encapsulante. La adición de líquidos al material de matriz para reducir su viscosidad y para facilitar el mez-  
25 clamiento puede requerir un secado o evaporación excesivos del líquido plastificante para conseguir una composición conformable que se pueda conformar en trozos discretos, sustancialmente uniformes, con superficies lisas. Además, la eliminación del líquido plastificante puede expandir de manera adversa el producto, reducir su densidad y hacer que el componente encapsulado sea más sensible al ataque, o se libere más fácilmente. Estos problemas implicados en la eliminación del líquido pueden ser incluso más pronunciados cuando la forma comercialmente disponible del agente encapsulante está disuelta o dispersa en un líquido, tal como ácidos grasos omega-3, que están contenidos en aceite de  
30 pescado.

Los beneficios profilácticos y terapéuticos de ácidos grasos omega-3, y su papel como agentes antiinflamatorios, están bien demostrados. Estudios clínicos recientes han sugerido además que el consumo de cantidades suficientes  
35 de estos ácidos grasos puede ser adecuado para el tratamiento de intervención para animales y seres humanos que sufren artritis reumatoide. Las fuentes dietéticas de ácidos grasos omega-3 se pueden encontrar principalmente en alimentos procedentes de fuentes marinas, tales como algas y pescado. Sin embargo, en la mayoría de las poblaciones, los beneficios nutricionales de compuestos de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) no se pueden obtener debido al bajo consumo de pescado y algas comestibles. Con la actual asignación de la U.S. Food and Drug Administration para exigencias de salud que se refieren a la ingesta de ácidos grasos omega-3 para la protección frente a cardiopatía, existe  
40 un interés creciente en fortalecer productos alimentarios con estos componentes. Un problema principal que impide la incorporación de aceites de PUFA omega-3 en alimentos procesados es el grado elevado de insaturación del aceite, su susceptibilidad a la oxidación y los efectos de deterioro subsiguientes en el sabor y aroma del aceite.

45 La estabilización de compuestos de ácidos grasos omega-3 se describe en la Patente U.S. nº 5.567.730 de Miyashita *et al.* Uno o más de los compuestos, o un aceite o grasa que contiene los compuestos, se dispersan en una disolución acuosa usando opcionalmente un agente tensioactivo o un agente emulsionante, tal como Tween 20, un éster graso de sacarosa, un éster graso de sorbitán, lecitina y un monoglicérido. Se puede usar, junto con el agente tensioactivo o agente emulsionante, un agente antioxidante soluble en agua o soluble en aceite, o un compuesto de inclusión de clatrato, tal como ciclodextrina. Cuando no se usa ningún agente tensioactivo ni ningún agente emulsionante, la cantidad  
50 del ácido graso omega-3 a añadir al sistema acuoso para permitir la estabilización es 0,0001-0,3% (p/v). Cuando se emplea el agente, la cantidad del ácido graso omega-3 a añadir al sistema acuoso para permitir la estabilización todavía es sólo 0,0001-7% (p/v). No se describe la producción de partículas sólidas, discretas, estables al almacenamiento, que contienen ácidos grasos omega-3 o aceites de pescado.

55 La Publicación de Patente Internacional nº WO 95/26752 (publicada el 12 de octubre de 1995) describe la producción de un producto alimentario para el suministro entérico de un ácido graso, una sustancia que contiene ácidos grasos, un aminoácido o una sustancia que contiene aminoácidos complejando al menos parcialmente el ácido graso o aminoácido en la hélice de amilosa del almidón, para enmascarar el ácido. El producto puede contener uno o  
60 más aromas y colores, sustancias liposolubles, antioxidantes, o sustancias farmacológicamente eficaces. Los componentes se pueden mezclar en seco en primer lugar y posteriormente se pueden alimentar en una prensa extrusora en la que se mezclan sustancialmente y posteriormente se calientan por encima de la temperatura de gelatinización del almidón para obtener una masa elastificada que se extruye y se conforma en peletes. Sin embargo, los componentes termosensibles se destruirían durante la etapa de calentamiento.

65 La patente U.S. nº 4.895.725 de Kantor *et al.* describe el microencapsulamiento de materiales bioactivos a base de aceites, tales como aceite de pescado que contiene ácidos grasos poliinsaturados. Las microcápsulas se preparan a partir de una emulsión de aceite de pescado y un revestimiento entérico suspendido en una disolución básica, preferi-

blemente una suspensión al 25% de étilcelulosa en hidróxido amónico. La emulsión es atomizada en una disolución ácida usando un gas inerte tal como nitrógeno o argón. Las microcápsulas resultantes se separan por filtración de la disolución ácida, se lavan con agua y un tensoactivo, y se secan. Las condiciones en las que la emulsión se atomiza determinan el tamaño de las partículas, que puede oscilar desde alrededor de 0,1 hasta 500 micrómetros, preferiblemente entre alrededor de 0,5 y 100 micrómetros. Sin embargo, el revestimiento entérico, tal como etilcelulosa, no se solubiliza, y la suspensión resultante requiere la atomización en una disolución acuosa ácida que produce microcápsulas. Es necesario filtrar y varias etapas de lavado para recuperar las microcápsulas. No se describe el control de los tamaños de las gotitas de aceite mediante homogeneización para evitar la coalescencia y obtener un tamaño sustancialmente uniforme de gotitas de aceite. No se enseña la protección o prevención de las microcápsulas frente al agrietamiento o ruptura. Tampoco se describe la prevención o inhibición de la difusión del aceite a través de la pared de la cápsula hacia la superficie de la microcápsula, ni la penetración de oxígeno a través de la pared de la cápsula al interior del aceite.

La producción de productos expandidos se describe en las Publicaciones de Patentes Europeas EP 0465364 A1 (publicada el 8 de enero de 1992) y EP 0462012 A2 (publicada el 18 de diciembre de 1991), en la patente U.S. nº 3.962.416 de Katzen y en la patente U.S. 3.786.123 de Katzen. Ambas Publicaciones de Patentes Europeas describen la producción de un alimento contra la obesidad, así como un método para su fabricación mediante la extrusión de almidones con ácidos grasos en un producto expandido que tiene densidades entre 0,1 y 0,3 g/cm<sup>3</sup>. La patente U.S. 3.962.416 de Katzen describe un producto expandido que contiene al menos un nutriente y un almidón gelatinizado.

La patente U.S. 3.786.123 de Katzen describe un método para producir nutrientes encapsulados utilizando temperaturas de extrusión entre 122°C (250°F) y 204°C (400°F) y presiones de extrusión entre 1,379 kPa (200 psi) y 17,237 kPa (2500 psi). Se puede usar un agente encapsulante altamente proteico que contiene hasta un 40% de almidón. El almidón se gelatiniza y se extruye en un producto expandido.

Sin embargo, cuando se produce un producto que tiene liberación controlada o retrasada, una expansión o inr como resultado propiedades de liberación demasiado rápidaflado excesivos puede da, o puede exponer de manera indeseable al agente encapsulante a reacciones destructivas. Por ejemplo, una composición comestible para suministrar componentes farmacéutica o nutricionalmente activos encapsulados o para un producto agrícola no comestible para suministrar biocidas o herbicidas, es deseable que los productos tengan una forma sustancialmente esférica y una densidad elevada. Tales productos muestran una relación sustancialmente baja entre el área superficial y el volumen, y de este modo minimizan o impiden reacciones destructivas relacionadas con la superficie que se producen con la exposición al aire u oxígeno y la luz. Las formas esféricas y las densidades elevadas también minimizan la superficie que estaría disponible para exponer material embebido que no está encapsulado. Además, para productos comestibles para suministrar componentes farmacéutica o nutricionalmente activos, es deseable que los productos se puedan consumir o tragar sin masticar o sustancialmente sin masticar. El hecho de evitar la necesidad de masticar garantiza además que los productos alcanzan el tubo digestivo sin hidrólisis enzimática sustancial en la boca. Además, ayuda a controlar o reducir la disolución del producto en los jugos gástricos, y a controlar la liberación en el estómago y/o en el intestino de los componentes encapsulados o embebidos.

La Publicación de Patente Internacional WO 92/00130 (publicada el 9 de enero de 1992) describe un proceso en continuo para obtener, en una matriz almidonosa, un producto biológicamente activo, encapsulado. Antes de la extrusión se mezclan un agente biológicamente activo y el almidón, y se extrusionan como mezcla, calentándose el agente encapsulante o el agente biológicamente activo junto con el almidón. Como alternativa, el material del núcleo a encapsular se puede añadir y mezclar con una dispersión acuosa de almidón después de haber sometido el almidón y el agua a una temperatura elevada suficiente para gelatinizar el almidón. Se describe que el proceso de extrusión expone la mezcla a una acción mecánica de cizallamiento elevado a una temperatura por encima de la temperatura de gelatinización del almidón. Se describe el uso de temperaturas del tambor de extrusión de entre alrededor de 58°C y 98°C. Aunque estas temperaturas del tambor pueden estar por encima de la temperatura de gelatinización del almidón, la extrusora utilizada tiene secciones del tambor que son sólo de tres l/d de longitud. Las velocidades del tornillo utilizadas, entre 400 rpm y 200 rpm, dan como resultado un tiempo de residencia muy corto de la mezcla dentro de la extrusora y apenas permiten el calentamiento de la mezcla de agua y almidón. Como resultado, las temperaturas obtenidas son por lo general demasiado bajas para obtener la gelatinización sustancial de almidones naturales. Adicionalmente, las temperaturas del tambor usadas son particularmente demasiado bajas para obtener la gelatinización sustancial de almidón con alto contenido en amilosa que generalmente gelatiniza a temperaturas sustancialmente por encima de 100°C, por ejemplo 125°C. El uso de temperaturas del tambor de extrusión que no son suficientemente altas para gelatinizar de manera sustancial o completa el almidón puede no formar una matriz suficientemente continua, plastificada y homogénea para el encapsulación o introducción eficaz.

Además, el uso de temperaturas de extrusión relativamente bajas, mezclamiento a velocidad elevada, y una composición de almidón de viscosidad elevada generalmente requiere una gran alimentación de energía mecánica. Un cizallamiento elevado está relacionado directamente con una elevada energía mecánica específica, lo que a su vez aumenta la desestructuración molecular y dextrinización del almidón. La ruptura de las moléculas de almidón y, en particular, de la amilopectina, aumenta la solubilidad de la composición extruida de almidón en los sistemas acuosos, como se describe en P. Colonna *et al.*, *Extrusion Cooking of Starch & Starchy Products*, Extrusion Cooking, C. Mercier *et al.*, p. 247-319, AACC, St. Paul, Minn. (1989) y F. Meuser *et al.*, *Systems Analytical Approach to Extrusion*, Food Extrusion Science & Technology, ed. J. Kokini, Dekker Publ., p. 619-630 (1992). El incremento de la solubilidad del almidón extruido en los sistemas acuosos disminuye la estabilidad del producto frente a la humedad y subsiguien-

temente reduce o acorta la protección y liberación controlada de las sustancias embebidas o encapsuladas. Además, someter el agente encapsulante a las mismas condiciones de cizallamiento elevado y temperatura elevada a las cuales se somete el almidón puede afectar negativamente al agente encapsulante, destruyéndolo o descomponiéndolo al menos parcialmente en sustancias sólidas o volátiles desconocidas.

El almidón pregelatinizado se usa en numerosas aplicaciones en la industria alimentaria como agente de hinchamiento y para la absorción acelerada y prolongada de agua en alimentos tales como sopas, salsas, pudines instantáneos, alimentos para recién nacidos, y como agentes espesantes. Sin embargo, se ha descubierto que el uso de almidón pregelatinizado o el uso de almidón como único material de matriz durante la cocción por extrusión en general da como resultado una matriz que libera el encapsulante demasiado rápidamente. Se ha descubierto que la penetración del agua en una matriz de almidón puro provoca la liberación temprana del encapsulante en el entorno. Generalmente, el tiempo para liberar el 100% del encapsulante es demasiado corto para proporcionar una liberación programada o controlada que sea eficaz para suministrar el encapsulante en un lugar o tiempo deseados.

La patente U.S. nº 5.183.690 de Carr *et al.* describe un proceso en continuo para dotar de propiedades de liberación predeterminadas a un agente encapsulado biológicamente activo en una matriz de material almidonoso. El material almidonoso, un agente activo y agua se amasan continuamente en una corriente de ingredientes en la cual el material almidonoso se encuentra a una concentración de sólidos de al menos 40%. La corriente de ingredientes se extrusiona en continuo como un extrusado, y el extrusado se recupera continuamente. Las condiciones de amasado, extrusión y recuperación se preseleccionan para conseguir las propiedades de liberación predeterminadas. La temperatura se eleva hasta al menos alrededor de 65°C para llevar a cabo la gelatinización del almidón y asegurar una dispersión esencialmente molecular del almidón en el agua. Como alternativa, el material del núcleo a encapsular se añade y se combina con la dispersión acuosa de almidón después de haber sometido el almidón y el agua a una temperatura elevada suficiente para gelatinizar el almidón. En esta realización, la corriente acuosa de almidón que contiene almidón gelatinizado puede reducirse a una temperatura tan baja como alrededor de 25°C antes de que se añada el material del núcleo a encapsular y se someta a una acción mecánica de cizallamiento elevado. En estas condiciones de baja temperatura de la mezcla, se indica que la actividad del material biológico sensible, tal como bacterias y virus, se conserva, y se minimiza la pérdida de materiales orgánicos volátiles. La velocidad de hinchamiento de los productos en agua y la velocidad de liberación de los agentes activos se controlan alterando la cantidad de agua presente en la mezcla de almidón-agente-agua durante el procesamiento. A medida que se reduce la cantidad de agua, aumenta tanto la velocidad de hinchamiento como la velocidad de liberación. La velocidad de hinchamiento de los productos en agua y la velocidad de liberación del agente activo se controlan también haciendo pasar el extrusado que contiene el almidón-agente-agua por un troquel de salida de diversas dimensiones. A medida que se reduce el tamaño del troquel de salida, aumentan tanto la velocidad y el grado de hinchamiento como la velocidad de liberación del agente.

La patente U.S. 6.190.591 y la Publicación Internacional nº WO 98/18610, publicada el 7 de mayo de 1998, ambas de Bernhard H. van Lengerich, describen una composición en partículas de liberación controlada que contiene un componente hidrófobo para controlar la liberación de un componente activo encapsulado y/o embebido a partir de una matriz plastificada. Se pueden usar también agentes de gran capacidad higroscópica para retrasar o controlar la liberación del encapsulante desde la matriz. Se emplea una cantidad elevada de plastificante para facilitar la plastificación del material de matriz a bajo cizallamiento, y después se reduce antes de añadir el encapsulante para facilitar la conformación subsiguiente y reducir el secado después de la extrusión. Se pueden inyectar en el material de matriz plastificado componentes activos líquidos o disoluciones, dispersiones, emulsiones o suspensiones. La composición de liberación controlada o retrasada se puede producir sin expansión sustancial del material de matriz, para evitar de ese modo la producción de un producto de baja densidad que libera de forma prematura o con demasiada rapidez el encapsulante o el componente embebido.

La Solicitud U.S. con número de serie 09/233.443, presentada el 20 de enero de 1999, a nombre de Bernhard H. Van Lengerich, en trámite junto con la presente, la Publicación Internacional WO 00/21504, publicada el 20 de abril de 2000, la Solicitud U.S. Serie nº 09/410.017 presentada el 1 de octubre de 1999 a nombre de Bernhard H. Van Lengerich, en trámite junto con la presente, y la Publicación Internacional nº WO 01/25414, publicada el 12 de abril de 2001 describen un proceso en continuo para producir partículas sólidas, discretas, de liberación controlada, estables al almacenamiento, a partir de un componente encapsulante líquido que contiene un encapsulante sensible, tal como un componente farmacéutica, biológica o nutricionalmente activo sensible al calor o fácilmente oxidable, tal como ácidos grasos esenciales y/o muy insaturados. Un componente encapsulante líquido que contiene un encapsulante sensible activo, tal como un microorganismo vivo o una enzima disuelta o dispersa en un plastificante líquido, se mezcla con un material de matriz plastificable. El material de matriz es plastificable por el plastificante líquido, y el encapsulamiento del encapsulante activo se logra a una baja temperatura y en condiciones de bajo cizallamiento. El componente activo se encapsula y/o se embebe en el componente o material de matriz plastificable en un proceso en continuo para producir partículas sólidas discretas. Los encapsulantes pueden ser suspensiones de microorganismos en agua, y suspensiones o dispersiones o emulsiones o disoluciones de vitaminas, enzimas, minerales u oligoelementos en agua u otros líquidos. El contenido de líquido del componente encapsulante líquido proporciona sustancialmente todo o completamente todo el plastificante líquido necesario para plastificar el componente de matriz para obtener una mezcla o pasta conformable, extruible, cortable. La eliminación del plastificante líquido antes de la extrusión no es necesaria para ajustar la viscosidad de la mezcla para la conformabilidad.

El documento US-A-2001/008635 describe un método para la preparación de un material compuesto que consiste en inclusiones muy finas de ingredientes líquidos activos moderada a fuertemente hidrófobos dispersos homogé-

neamente en una matriz termoplástica. La interfaz de las inclusiones está cubierta completamente por una película emulsionante.

El documento WO-A-01/74175 describe aceites sensibles al oxígeno o aceites que contienen sustancias sensibles al oxígeno solubles en aceite que se encapsulan en proteínas que se han hecho reaccionar con hidratos de carbono que contienen grupos azúcar reductores. Una mezcla acuosa de una proteína y un hidrato de carbono se calienta en el intervalo de 60 a 160°C de manera que se forman, en la mezcla acuosa, productos de la reacción de Maillard. La fase oleosa, hasta 50% en peso, se emulsiona entonces con la fase acuosa para formar partículas de aceite microencapsuladas. La formación de productos de la reacción de Maillard también se puede llevar a cabo tras el emulsionamiento, antes de secar. La emulsión se puede usar como ingredientes alimentarios, o se puede secar para formar polvos.

La presente invención proporciona un proceso para producir componentes sensibles encapsulados discretos, en partículas, estables al almacenamiento, tales como componentes termosensibles o componentes fácilmente oxidables, tales como ácidos grasos omega-3, usando emulsionamiento que evita la coalescencia de las gotitas de aceite y proporciona un aumento de la biodisponibilidad del componente. El proceso evita la exposición de los componentes sensibles a la atmósfera debido a la migración hacia el exterior del componente oleoso a la superficie de las partículas y a la penetración hacia el interior de oxígeno atmosférico al encapsulante. El proceso logra partículas con una forma sustancialmente uniforme y un tamaño sustancialmente uniforme que tienen superficies sustancialmente lisas, no agrietadas ni con hendiduras. Las partículas se pueden producir a bajas temperaturas sin calentamiento sustancial o sin gelatinización sustancial del almidón para evitar la destrucción térmica de los componentes sensibles, y para evitar la expansión sustancial. Se puede obtener de forma continua una mezcla o pasta extruible, conformable, que se puede cortar, sin la necesidad de eliminar o evaporar el plastificante líquido antes de la extrusión o de la conformación. Los procesos de la presente invención se pueden usar para la producción en continuo de una composición comestible para suministrar componentes farmacéutica o nutricionalmente activos, tales como ácidos grasos omega-3. Las partículas que contienen aceites de pescado encapsulados, y los productos alimentarios que contienen las partículas no muestran olores ni sabores rancios durante períodos de tiempo prolongados, por ejemplo durante al menos alrededor de seis meses.

La presente invención proporciona un proceso en continuo para producir partículas o peletes sólidos, discretos, de liberación controlada, que contienen un componente encapsulado y/o embebido, tal como un componente fácilmente oxidable o un componente sensible al calor. Un componente oleoso, que comprende un encapsulante, se mezcla con un componente acuoso y con un componente formador de película para formar una emulsión. El componente oleoso puede ser un aceite con un encapsulante soluble en aceite disuelto en el aceite. En otras realizaciones, el componente oleoso puede ser un aceite con un encapsulante sólido disperso en el aceite.

La emulsión se somete a homogeneización para obtener una emulsión de aceite en agua que comprende gotitas de aceite, en la que las gotitas de aceite comprenden el encapsulante y tienen un diámetro menor que alrededor de 50 micrómetros, preferiblemente menor que alrededor de 10 micrómetros, lo más preferible menor que alrededor de 2 micrómetros. El logro de pequeños diámetros de las gotitas de aceite y una distribución sustancialmente uniforme de tamaños incrementa la estabilidad de la emulsión de aceite en agua, ayuda a evitar la coalescencia de las gotitas de aceite, y proporciona un aumento de la biodisponibilidad y una liberación uniforme o más consistente del encapsulante a partir de las partículas.

El componente formador de película está presente en la fase acuosa y rodea a las gotitas de aceite, y está concentrado de forma deseable en la interfaz formada entre el aceite y el agua. En realizaciones preferidas de la invención, el componente formador de película es soluble en agua y comprende una porción hidrófoba u oleófila, tal como una proteína formadora de película, de forma que se concentra en la fase acuosa en la interfaz. Las proteínas preferidas que se pueden usar en el emulsionamiento como componente formador de película son aislados proteicos del suero y gluten. La proteína puede estar al menos sustancial o completamente hidratada y desnaturalizada antes de mezclarla con el componente oleoso, para evitar la formación de grumos y facilitar el bombeo subsiguiente a través del homogeneizador. El componente formador de película ayuda a estabilizar la emulsión, retiene el tamaño de las gotitas de aceite, inhibe la difusión del componente oleoso y del encapsulante a la superficie de la partícula o pelete, y ayuda a inhibir el contacto del oxígeno que provoca ranciedad con el componente oleoso. En realizaciones preferidas, en la etapa de emulsionamiento, se puede añadir un componente o plastificante que reblandece la película, para reducir la fragilidad y evitar el agrietamiento de la película formada por el componente formador de película. Para el encapsulamiento de componentes fácilmente oxidables tales como ácidos grasos omega-3, se añade preferiblemente en la etapa de emulsionamiento un antioxidante, y la emulsión se prepara preferiblemente en una atmósfera sustancialmente libre de oxígeno.

Tras la homogeneización, el contenido de agua de la emulsión se reduce de forma que el componente formador de película forme una película alrededor de las gotitas de aceite y encapsule al encapsulante.

Tras la homogeneización, el contenido de agua de la emulsión se reduce mezclando la emulsión con un material de matriz para formar una pasta para encapsular de ese modo las gotitas de aceite revestidas con la película dentro del material de matriz. El componente acuoso es adsorbido por o interacciona con el material de matriz para incrementar de ese modo la concentración del componente formador de película y provocar que forme una película y precipite alrededor de las gotitas de aceite. El material de matriz comprende un material de matriz plastificable, tal como harina de trigo duro, que es plastificado por el componente acuoso para encapsular de ese modo dentro del material de matriz plastificado a las gotitas de aceite revestidas con la película. El mezclamiento de la emulsión y del material de matriz

## ES 2 334 993 T3

se puede llevar a cabo en una extrusora para formar una pasta. La pasta se extruye a través de una boquilla extrusora para obtener un extrusado, el extrusado se corta en trozos, y los trozos se secan superficialmente para promover posteriormente la formación de la película y reducir la pegajosidad de los trozos, y para facilitar la aplicación subsiguiente de un revestimiento protector sobre los trozos. El secado de la superficie se puede realizar en aire, preferiblemente aire caliente y seco. Para secar trozos que contienen un componente fácilmente oxidable, tal como ácidos grasos omega-3, preferiblemente se emplea una atmósfera que está al menos sustancialmente libre de oxígeno, tal como una atmósfera de nitrógeno o de gas inerte. Después de secar los trozos, se puede aplicar el revestimiento protector a los trozos para obtener peletes.

Tras la aplicación del revestimiento protector, los peletes se pueden secar para obtener el producto encapsulado final. Los peletes secos, o producto final, pueden tener un contenido de humedad desde alrededor de 2% en peso hasta alrededor de 15% en peso, y un contenido de aceite desde alrededor de 1% en peso hasta alrededor de 45% en peso, basado en el peso de los peletes secos.

La presente invención se resume mediante los siguientes apartados:

1. Un método para encapsular un encapsulante, que comprende mezclar un componente oleoso que comprende un encapsulante, con un componente acuoso y un componente formador de película para formar una emulsión, someter la emulsión a homogeneización para obtener una emulsión de aceite en agua que comprende gotitas de aceite, en la que las gotitas de aceite comprenden el encapsulante y tienen un diámetro menor que alrededor de 50 micrómetros, y el componente formador de película rodea a las gotitas de aceite, reducir el contenido de agua de la emulsión de forma que el componente formador de película forme una película alrededor de las gotitas de aceite y encapsule a dicho encapsulante,

en el que el contenido de agua de la emulsión se reduce mezclando la emulsión con un material de matriz para formar una pasta, para encapsular de ese modo a dichas gotitas de aceite revestidas con la película dentro de dicho material de matriz, y

en el que dicho material de matriz comprende un material de matriz plastificable, siendo plastificado dicho material de matriz mediante dicho componente acuoso para encapsular de ese modo a dichas gotitas de aceite revestidas con la película dentro de dicho material de matriz plastificado.

2. Un método del apartado 1, en el que dicho componente formador de película es soluble en agua y comprende una porción hidrófoba.

3. Un método del apartado 1, en el que dicho componente formador de película comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en proteínas, hidrocoloides, e hidrolizados de almidón.

4. Un método del apartado 1, en el que dicho componente formador de película comprende una proteína.

5. Un método del apartado 4, en el que dicha proteína es hidratada antes de mezclarla con dicho componente oleoso.

6. Un método del apartado 4, en el que dicha proteína se desnaturaliza antes de mezclarla con dicho componente oleoso.

7. Un método del apartado 4, en el que dicha proteína se mezcla con dicho componente acuoso para formar una disolución proteica acuosa que tiene un contenido proteico de alrededor de 1% en peso a alrededor de 50% en peso, basado en el peso total del componente acuoso y la proteína.

8. Un método del apartado 7, en el que dicha disolución proteica se calienta para desnaturalizar la proteína, la proteína está al menos sustancial y completamente hidratada, y la proteína desnaturalizada, hidratada, se mezcla con dicho componente oleoso para formar dicha emulsión.

9. Un método del apartado 4, en el que dicho componente acuoso es una disolución ácida acuosa, y dicha proteína se disuelve en la disolución ácida acuosa.

10. Un método del apartado 1, en el que la relación en peso de dicho componente oleoso a dicho componente acuoso en dicha emulsión es desde alrededor de 1% en peso hasta alrededor de 49% en peso, basado en el peso total del componente oleoso y del componente acuoso.

11. Un método del apartado 8, en el que la relación en peso de dicho componente oleoso a dicho componente acuoso en dicha emulsión es desde alrededor de 20% en peso hasta alrededor de 49% en peso, basado en el peso total del componente oleoso y del componente acuoso.

12. Un método del apartado 11, en el que dicha disolución proteica acuosa tiene un contenido proteico desde alrededor de 5% en peso hasta alrededor de 25% en peso, basado en el peso total del componente acuoso y la proteína.

## ES 2 334 993 T3

13. Un método del apartado 1, en el que dicha emulsión se forma en una mezcladora de elevado cizallamiento, y después se somete a homogeneización en un homogeneizador de múltiples etapas, de alta presión.
- 5 14. Un método del apartado 13, en el que dicho homogeneizador reduce el tamaño de las gotitas de aceite a menos de alrededor de 2 micrómetros.
15. Un método del apartado 1, en el que dicha emulsión se forma y se homogeneiza a una temperatura menor que alrededor de 60°C.
- 10 16. Un método del apartado 1, en el que dicha emulsión se forma y se homogeneiza en una atmósfera al menos sustancialmente libre de oxígeno.
17. Un método del apartado 1, en el que dicha emulsión comprende además un antioxidante para dicho encapsulante.
- 15 18. Un método del apartado 17, en el que dicho antioxidante comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en L-cisteína, ácido ascórbico, y ácido eritóbico.
- 20 19. Un método del apartado 17, en el que la cantidad de dicho antioxidante es de 10 ppm en peso a alrededor de 10.000 ppm en peso, basado en el peso de dicho componente oleoso.
- 25 20. Un método del apartado 1, en el que dicha emulsión comprende además un componente o plastificante que reblandece la película, para reducir la fragilidad de dicho componente formador de película.
- 30 21. Un método del apartado 20, en el que dicho componente o plastificante que reblandece la película comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en monosacáridos, disacáridos, glicerol, y polietilenglicol.
- 35 22. Un método del apartado 20, en el que la cantidad de dicho componente o plastificante que reblandece la película es desde alrededor de 1% en peso hasta alrededor de 75% en peso, basado en el peso de dicho componente formador de película.
- 40 23. Un método del apartado 2, en el que el material de matriz plastificado se reviste con un revestimiento protector, y en el que dicho revestimiento es un revestimiento hidrófilo que se aplica mediante revestimiento en bandeja, revestimiento en lecho fluidizado, o un tambor giratorio de revestimiento.
- 45 24. Un método del apartado 2, en el que el material de matriz plastificado se reviste con un revestimiento protector, y en el que dicho revestimiento comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en una disolución acuosa de proteína de maíz, una disolución de proteína desnaturalizada de suero lácteo, una disolución de almidón formadora de película, y un alginato.
- 50 25. Un método del apartado 1, en el que dicho componente oleoso comprende un aceite con un encapsulante soluble en aceite.
- 55 26. Un método del apartado 1, en el que dicho componente oleoso comprende un aceite con un encapsulante sólido disperso en el aceite.
- 60 27. Un método del apartado 1, en el que dicho componente oleoso comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en aceite de ricino, aceite que contiene ácidos grasos omega-3 u omega-6, vitaminas solubles en grasas, ácido gamma-linoleico, aceite de hígado de bacalao, saborizantes, aromas, extractos de plantas que contienen ingredientes activos, componentes agrícolas solubles en aceite, componentes farmacéuticos solubles en aceite, y componentes bioactivos solubles en aceite.
- 65 28. Un método del apartado 26, en el que dicho encapsulante sólido comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en composiciones farmacéuticas, compuestos farmacéuticos, composiciones nutracéuticas, compuestos nutracéuticos, componentes nutricionales, componentes biológicamente activos, saborizantes, composiciones saborizantes, aromas, composiciones de aromas, y detergentes.
29. Un método del apartado 1, en el que dicho componente oleoso es un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3.
30. Un método del apartado 1, en el que dicho componente formador de película comprende un aislado de proteína del suero lácteo.
31. Un método del apartado 29, en el que dicho componente formador de película comprende un aislado proteico del suero lácteo.

## ES 2 334 993 T3

32. Un método del apartado 1, en el que dicho mezclado de la emulsión y el material de matriz plastificable se lleva a cabo en una extrusora para formar una pasta, la pasta se extruye a través de una boquilla extrusora para obtener un extrusado, el extrusado se corta en trozos, los trozos se secan superficialmente, en el que el material de matriz plastificado se reviste con un revestimiento protector, dicho revestimiento protector es un revestimiento hidrófilo que se aplica a los trozos para obtener peletes, y dichos peletes se secan.
33. Un método del apartado 32, en el que dicho secado de la superficie elimina hasta alrededor de 60% en peso del contenido de humedad de dichos trozos.
34. Un método del apartado 32, en el que dicho secado de la superficie se lleva a cabo en una atmósfera que está al menos sustancialmente libre de oxígeno.
35. Un método del apartado 32, en el que dicho revestimiento hidrófilo se aplica a los trozos en una atmósfera que está al menos sustancialmente libre de oxígeno.
36. Un método del apartado 1, en el que dicho material de matriz comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en harina de trigo duro, aislado proteico de suero lácteo, proteína de trigo, almidones, e hidrocoloides.
37. Un método del apartado 1, en el que dicho componente oleoso es un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3, y dicho componente formador de película comprende un aislado proteico de suero lácteo.
38. Un método del apartado 1, en el que el material de matriz plastificado se reviste con un revestimiento protector, y en el que dicho revestimiento protector comprende una disolución alcohólica de ceína.
39. Un método del apartado 1, en el que dicha emulsión comprende además un antioxidante para dicho encapsulante, comprendiendo dicho antioxidante al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en L-cisteína, ácido ascórbico, y ácido eritóbico.
40. Un método del apartado 1, en el que dicha homogeneización se lleva a cabo a una presión de al menos alrededor de 13891 kPa (2.000 psig).
41. Un método del apartado 1, en el que dicha homogeneización se lleva a cabo a una presión de al menos alrededor de 13891 kPa (2.000 psig).
42. Un método del apartado 32, en el que dicho extrusado tiene un contenido de humedad de alrededor de 15% en peso a alrededor de 50% en peso, y un contenido de aceite de alrededor de 1% en peso a alrededor de 35% en peso, basado en el peso del extrusado, y dichos peletes secos tienen un contenido de humedad de alrededor de 2% en peso a alrededor de 15% en peso, y un contenido de aceite de alrededor de 1% en peso a alrededor de 45% en peso, basado en el peso de los peletes secos.
43. Un método para encapsular un encapsulante, que comprende:
- mezclar un componente oleoso que comprende un encapsulante, con un componente acuoso y un componente formador de película para formar una emulsión, comprendiendo dicho componente formador de película una proteína,
  - someter a la emulsión a homogeneización en un homogeneizador para obtener una emulsión de aceite en agua que comprende gotitas de aceite en la que las gotitas de aceite comprenden el encapsulante y al menos sustancialmente todas las gotitas de aceite tienen un diámetro menor que alrededor de 50 micrómetros y el componente formador de película forma una película alrededor de las gotitas de aceite y encapsula al encapsulante,
  - obtener una mezcla conformable mezclando ingredientes que comprende la emulsión homogeneizada de agua en aceite y al menos un material de matriz para formar una pasta y reducir el contenido de agua de la emulsión para encapsular de ese modo a las gotitas de aceite revestidas con la película en dicho material de matriz, y en los que dicho material de matriz comprende un material de matriz plastificable, siendo plastificado dicho material de matriz mediante dicho componente acuoso para encapsular de ese modo a dichas gotitas de aceite revestidas con la película en dicho material de matriz plastificado,
  - conformar dicha mezcla conformable en trozos,
  - secar dichos trozos, y
  - revestir dichos trozos.

## ES 2 334 993 T3

- 5 44. Un método del apartado 43, en el que dicho al menos un material de matriz comprende al menos un material de matriz plastificable, en el que dicho material de matriz plastificable es plastificable mediante dicho componente acuoso a una temperatura que no destruye sustancialmente a dicho encapsulante, realizándose dicho mezclamiento en condiciones de bajo cizallamiento y baja temperatura para plastificar el material plastificable sin destruir sustancialmente el encapsulante y sin gelatinizar sustancialmente o cocer el material de matriz plastificable para obtener una mezcla conformable, sustancialmente homogénea.
- 10 45. Un método del apartado 43, en el que dicha proteína se hidrata antes de mezclarla con dicho componente oleoso.
- 15 46. Un método del apartado 43, en el que dicha proteína se desnaturaliza antes de mezclarla con dicho componente oleoso.
- 20 47. Un método del apartado 43, en el que dicha proteína se mezcla con dicho componente acuoso para formar una disolución acuosa proteica que tiene un contenido proteico de alrededor de 1% en peso a alrededor de 50% en peso, basado en el peso total del componente acuoso y la proteína.
- 25 48. Un método del apartado 47, en el que dicha disolución proteica se calienta para desnaturalizar la proteína, la proteína está al menos sustancial y completamente hidratada, y la proteína hidratada, desnaturalizada, se mezcla con dicho componente oleoso para formar dicha emulsión.
- 30 49. Un método del apartado 43, en el que dicho componente acuoso es agua.
- 35 50. Un método del apartado 43, en el que la relación en peso de dicho componente oleoso a dicho componente acuoso en dicha emulsión es de alrededor de 1% en peso a alrededor de 49% en peso, basado en el peso total del componente oleoso y componente acuoso.
- 40 51. Un método del apartado 50, en el que la relación en peso de dicho componente oleoso a dicho componente acuoso en dicha emulsión es de alrededor de 20% en peso a alrededor de 49% en peso, basado en el peso total del componente oleoso y componente acuoso.
- 45 52. Un método del apartado 47, en el que dicha disolución proteica acuosa tiene un contenido de proteína de alrededor de 5% en peso a alrededor de 25% en peso, basado en el peso total del componente acuoso y la proteína.
- 50 53. Un método del apartado 43, en el que dicha emulsión se forma en una mezcladora de cizallamiento elevado, y después se somete a homogeneización en un homogeneizador de múltiples etapas, de alta presión.
- 55 54. Un método del apartado 13, en el que dicho homogeneizador reduce el tamaño de las gotitas de aceite de forma que al menos sustancialmente todas las gotitas de aceite tienen un diámetro menor que alrededor de 2 micrómetros.
- 60 55. Un método del apartado 43, en el que dicha emulsión se forma y se homogeneiza a una temperatura menor que alrededor de 60°C.
- 65 56. Un método del apartado 43, en el que dicha emulsión se forma y se homogeneiza en una atmósfera al menos sustancialmente libre de oxígeno.
57. Un método del apartado 43, en el que dicha emulsión comprende además un antioxidante para dicho encapsulante.
58. Un método del apartado 57, en el que dicho antioxidante comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en L-cisteína, ácido ascórbico, y ácido eritóbico.
59. Un método del apartado 57, en el que la cantidad de dicho antioxidante es de 10 ppm en peso a alrededor de 10.000 ppm en peso, basado en el peso de dicho componente oleoso.
60. Un método del apartado 43, en el que dicha emulsión comprende además un componente o plastificante que reblandece la película, para reducir la fragilidad del componente formador de película.
61. Un método del apartado 60, en el que dicho componente o plastificante que reblandece la película comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en monosacáridos, disacáridos, glicerol, y polietilenglicol.
62. Un método del apartado 60, en el que la cantidad de dicho componente o plastificante que reblandece la película es de alrededor de 1% en peso a alrededor de 75% en peso, basado en el peso de dicho componente formador de película.

## ES 2 334 993 T3

63. Un método del apartado 43, en el que dicho revestimiento es un revestimiento hidrófilo que se aplica mediante revestimiento en bandeja, revestimiento en lecho fluidizado, o un tambor giratorio para revestimiento.
- 5 64. Un método del apartado 43, en el que dicho revestimiento comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en una disolución de proteína de maíz acuosa, una disolución de proteína de suero lácteo desnaturalizada, una disolución de almidón formadora de película, y un alginato.
- 10 65. Un método del apartado 43, en el que dicho componente oleoso comprende un aceite con un encapsulante soluble en aceite.
66. Un método del apartado 43, en el que dicho componente oleoso comprende un aceite con un encapsulante sólido disperso en el aceite.
- 15 67. Un método del apartado 43, en el que dicho componente oleoso comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en aceite de ricino, aceite que contiene ácidos grasos omega-3 u omega-6, vitaminas solubles en grasas, ácido gamma-linoleico, aceite de hígado de bacalao, saborizantes, aromas, extractos vegetales que contienen ingredientes activos, componentes agrícolas solubles en aceite, componentes farmacéuticos solubles en aceite, y componentes bioactivos solubles en aceite.
- 20 68. Un método del apartado 66, en el que dicho encapsulante sólido comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en composiciones farmacéuticas, compuestos farmacéuticos, composiciones nutraceuticas, compuestos nutraceuticos, componentes nutricionales, componentes biológicamente activos, saborizantes, composiciones saborizantes, aromas, composiciones de aromas, y detergentes.
- 25 69. Un método del apartado 43, en el que dicho componente oleoso es un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3.
- 30 70. Un método del apartado 43, en el que dicho componente comprende un aislado proteico de suero lácteo o gluten.
71. Un método del apartado 69, en el que dicho componente formador de película comprende un aislado proteico de suero lácteo o gluten.
- 35 72. Un método del apartado 43, en el que dicho mezclamiento de la emulsión y el material de matriz se lleva a cabo en una extrusora para formar una pasta, la pasta se extruye a través de una boquilla extrusora para obtener un extrusado, el extrusado se corta en dichos trozos, los trozos se secan superficialmente, dicho revestimiento que se aplica a los trozos es un revestimiento hidrófilo para obtener peletes, y dichos peletes se secan.
- 40 73. Un método del apartado 72, en el que dicho secado de la superficie elimina hasta alrededor de 60% en peso del contenido de humedad de dichos trozos, dicho secado de la superficie se lleva a cabo en una atmósfera que está al menos sustancialmente libre de oxígeno, y dicho revestimiento hidrófilo se aplica a los trozos en una atmósfera que está al menos sustancialmente libre de oxígeno..
- 45 74. Un método del apartado 72, en el que dicho secado de la superficie elimina hasta alrededor de 60% en peso del contenido de humedad de dichos trozos, llevándose a cabo dicho secado de la superficie de forma que la temperatura del producto sea menor que alrededor de 40°C.
- 50 75. Un método del apartado 43, en el que dicho material de matriz comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en harina de trigo duro, aislado proteico de suero lácteo, proteína de trigo, almidones, e hidrocoloides.
- 55 76. Un método del apartado 43, en el que dicho componente oleoso es un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3, y dicho componente formador de película comprende un aislado proteico de suero lácteo o gluten.
- 60 77. Un método del apartado 76, en el que dicho revestimiento que se aplica a los trozos comprende una disolución alcohólica de ceína.
78. Un método del apartado 76, en el que dicha emulsión comprende además un antioxidante para dicho encapsulante, comprendiendo dicho antioxidante al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en L-cisteína, ácido ascórbico, y ácido eritóbico.
- 65 79. Un método del apartado 43, en el que dicha homogeneización se lleva a cabo a una presión de al menos alrededor de 13891 kPa (2.000 psig).

## ES 2 334 993 T3

80. Un método del apartado 72, en el que dicho extrusado tiene un contenido de humedad de alrededor de 15% en peso a alrededor de 50% en peso, y un contenido de aceite de alrededor de 1% en peso a alrededor de 35% en peso, basado en el peso del extrusado, y dichos peletes secos tienen un contenido de humedad de alrededor de 2% en peso a alrededor de 15% en peso, y un contenido de aceite de alrededor de 1% en peso a alrededor de 45% en peso, basado en el peso de los peletes secos.

81. Un método según el apartado 1, para encapsular un aceite de pescado, que comprende un ácido graso omega-3, que comprende:

- a. mezclar un aceite de pescado que comprende un ácido graso omega-3, con un componente acuoso, un componente formador de película, un componente o plastificante que reblandece la película para reducir la fragilidad de la película formada a partir de dicho componente formador de película, y un antioxidante para dicho ácido graso omega-3, para formar una emulsión, comprendiendo dicho componente formador de película una proteína,
- b. someter a la emulsión a homogeneización en un homogeneizador para obtener una emulsión de aceite en agua que comprende gotitas de aceite, en la que al menos sustancialmente todas las gotitas de aceite tienen un diámetro menor que alrededor de 50 micrómetros,
- c. obtener una mezcla conformable mezclando ingredientes que comprenden la emulsión homogeneizada de aceite en agua y al menos un material de matriz plastificable, en los que dicho material de matriz plastificable es plastificable por dicho componente acuoso a una temperatura que no destruye sustancialmente dicho ácido graso omega-3, realizándose dicho mezclamiento en condiciones de bajo cizallamiento y baja temperatura para plastificar el material plastificable sin destruir sustancialmente dicho ácido graso omega-3 y sin gelatinizar o cocer sustancialmente el material de matriz plastificable para obtener una mezcla conformable, sustancialmente homogénea,
- d. conformar dicha mezcla conformable en trozos,
- e. secar dichos trozos, y
- f. revestir dichos trozos.

82. Un método del apartado 81, en el que dicha proteína es un aislado proteico de suero lácteo o gluten, y dicho material de matriz plastificable comprende harina de trigo duro.

83. Un método del apartado 4, en el que dicha proteína es un aislado proteico de suero lácteo o gluten.

84. El método según el apartado 1, en el que dicho material de matriz comprende harina de trigo duro.

85. Un producto encapsulado obtenido según el método de cualquiera de los apartados 1 a 84.

86. El producto encapsulado según el apartado 85 que comprende peletes, comprendiendo cada pelete un revestimiento protector que rodea a una pluralidad de gotitas de aceite en el que dichas gotitas de aceite comprenden un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3, y las gotitas de aceite están encapsuladas en una proteína formadora de película, en el que las gotitas de aceite encapsuladas por la proteína están encapsuladas en un material de matriz plastificado, y el material de matriz plastificado está revestido por dicho revestimiento protector.

87. Un producto comestible para consumo humano o animal, que comprende un producto encapsulado, dicho producto encapsulado del apartado 85 u 86.

Se emplea una emulsión estabilizada para producir partículas o peletes sólidos, discretos, de liberación controlada, estables al almacenamiento que contienen un componente encapsulado y/o embebido, tal como un componente fácilmente oxidable o un componente sensible al calor. Un componente encapsulante oleoso que contiene un encapsulante activo sensible, disuelto y/o disperso en un aceite, se mezcla con un componente acuoso y un componente formador de película para formar una emulsión. En la emulsión se puede incluir un antioxidante para evitar la oxidación del encapsulante activo sensible, y un componente o plastificante que reblandece la película para el componente formador de película. La emulsión se estabiliza sometiéndola a homogeneización.

Los peletes se producen reduciendo en primer lugar el contenido de agua de la emulsión estabilizada, de forma que el componente formador de película forme una película alrededor de las gotitas de aceite y encapsule al encapsulante. Tras la homogeneización, el contenido de agua de la emulsión se reduce mezclando la emulsión con al menos un material de matriz para formar una pasta para encapsular de ese modo a las gotitas de aceite revestidas con la película dentro del material de matriz.

## ES 2 334 993 T3

Las gotitas de aceite se encapsulan en un componente formador de película, preferiblemente una proteína soluble en agua formadora de película. Las gotitas de aceite pueden contener un componente activo disuelto o disperso o suspendido. Por ejemplo, las gotitas de aceite pueden ser un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3. Las gotitas de aceite encapsuladas por la película, tales como las gotitas de aceite de pescado encapsuladas por la proteína, se encapsulan en un material de matriz plastificado, y el material de matriz plastificado es revestido con el revestimiento protector.

### *Preparación de la Emulsión Estabilizada de Aceite en Agua*

La dispersión y encapsulamiento mejorados de materiales encapsulantes sensibles, activos, en partículas discretas estables al almacenamiento se obtiene preemulsionando el encapsulante. El encapsulante se incorpora en o forma la fase oleosa de una emulsión de aceite en agua. La emulsión de aceite en agua que contiene al encapsulante se mezcla con al menos un material de matriz que comprende un material de matriz plastificable, para encapsular al encapsulante dentro del material de matriz. Los materiales de matriz que son plastificables por la emulsión o el componente acuoso de la emulsión dan como resultado el encapsulamiento del encapsulante dentro de un material de matriz plastificado. El encapsulante o componente activo, sensible, puede ser un sólido o líquido. Los encapsulantes sólidos se dispersan en un aceite antes de emulsionarlos con agua o un líquido acuoso. Si el propio encapsulante es un aceite, se puede emulsionar directamente con el agua o el líquido acuoso.

En realizaciones de la presente invención, el componente acuoso, tal como agua o una disolución acuosa ácida, tal como ácido acético 0,2 N en agua, se puede mezclar con el componente formador de película, tal como una proteína, para obtener una disolución acuosa. El componente formador de película ayuda a estabilizar la emulsión, retiene el tamaño de las gotitas de aceite, inhibe la difusión del componente oleoso y del encapsulante a la superficie de las partículas o peletes, y ayuda a inhibir el contacto de oxígeno que provoca ranciedad con el componente oleoso.

La disolución acuosa, tal como una disolución proteica acuosa, puede tener un contenido de componente formador de película, o contenido proteico, de alrededor de 1% en peso a alrededor de 50% en peso, preferiblemente de alrededor de 5% en peso a alrededor de 45% en peso, lo más preferible de alrededor de 5% en peso a alrededor de 25% en peso, basado en el peso total del componente acuoso, tal como agua, y del componente formador de película, tal como proteína.

En realizaciones preferidas de la invención, el componente formador de película es soluble en agua y comprende una porción hidrófoba u oleófila, tal como una proteína formadora de película, de forma que se concentra en la fase acuosa en la interfaz formada por el aceite y el agua. Los componentes formadores de película que se pueden emplear incluyen proteínas, hidrocoloides tales como alginatos y carragenanos, derivados de almidón, y sus mezclas. Las proteínas son los componentes formadores de película preferidos para uso en el emulsionamiento. Las proteínas ejemplares que se pueden emplear son proteínas o concentrados proteicos vegetales o animales, tales como proteínas derivadas de suero lácteo, maíz, trigo, soja, u otras fuentes vegetales o animales. Las proteínas preferidas para uso en la presente invención son aislados proteicos de suero lácteo y aislados proteicos de trigo, tales como gluten.

La proteína puede estar al menos sustancial o completamente hidratada y desnaturizada antes de mezclarla con el componente oleoso, para evitar la formación de grumos y facilitar el bombeo subsiguiente a través del homogeneizador. La hidratación se puede lograr preparando la disolución el día antes del uso y almacenándola toda la noche en condiciones refrigeradas para permitir que se sedimente cualquier espuma resultante del mezclamiento.

La proteína, tal como aislado proteico de suero lácteo (WPI), se puede mantener en forma natural, o se puede desnaturizar antes de emulsionarla con el aceite de pescado. La desnaturización se puede lograr calentando la disolución de WPI dispersa hasta alrededor de 80°C-90°C, y manteniendo durante 30 minutos. Las disoluciones de WPI desnaturizadas parece que forman mejores películas que las disoluciones de WPI nativas, y se pueden añadir para la estabilidad del aceite de pescado encapsulado final. En cualquier caso, el aislado proteico de suero lácteo puede servir como un emulsionante en la emulsión final con aceite de pescado. Nuevamente, es deseable que se permita hidratar completamente a las disoluciones de WPI (nativas o desnaturizadas) y enfriarlas en condiciones refrigeradas, por ejemplo a alrededor de 4,4°C (40°F), antes del uso.

En realizaciones de la presente invención, la emulsión se puede obtener mezclando varios ingredientes opcionales con la disolución acuosa del componente formador de película, tal como la disolución proteica acuosa, usando una mezcladora de cizallamiento elevado Rotosolver u otra mezcladora con cizallamiento adecuado. Tales ingredientes opcionales incluyen un componente o plastificante que reblandece la película, un antioxidante, y un emulsionante. Cuando se encapsula un encapsulante fácilmente oxidable tal como ácidos grasos omega-3, el mezclamiento de los ingredientes opcionales con la emulsión se lleva a cabo preferiblemente en una atmósfera que está al menos sustancialmente libre de oxígeno, tal como bajo un manto de nitrógeno o un manto de gas inerte. Preferiblemente, para evitar y/o minimizar la exposición a oxígeno, se puede aplicar un manto de nitrógeno en localizaciones subsiguientes en las que el aceite de pescado está expuesto directamente a la atmósfera.

En realizaciones preferidas, en la etapa de emulsionamiento, se puede añadir un componente o plastificante que reblandece la película para reducir la fragilidad y evitar el agrietamiento de la película formada a partir del componente formador de película. Los componentes ejemplares que reblandecen la película, que se pueden añadir a la emulsión, son monosacáridos y disacáridos, tales como sacarosa y fructosa, y polioles tales como glicerol, y polietilenglicol. La

## ES 2 334 993 T3

cantidad del componente o plastificante que reblandece la película puede ser de alrededor de 1% en peso a alrededor de 75% en peso, preferiblemente de alrededor de 15% en peso a alrededor de 50% en peso, basado en el peso de dicho componente formador de película.

- 5 Para el encapsulamiento de componentes fácilmente oxidables tales como ácidos grasos omega-3, preferiblemente se añade en la etapa de emulsiónamiento un antioxidante, y la emulsión se prepara preferiblemente en una atmósfera sustancialmente libre de oxígeno, tal como un manto de nitrógeno.

- 10 Los antioxidantes ejemplares que se pueden emplear son L-cisteína, ácido ascórbico, ácido eritórbito, tocoferol, catequina, y sus mezclas. La cantidad del antioxidante empleado puede oscilar de alrededor de 10 ppm en peso a alrededor de 10.000 ppm en peso, preferiblemente de alrededor de 50 ppm en peso a alrededor de 1.000 ppm en peso, lo más preferible alrededor de 100 ppm en peso, basado en el peso del componente oleoso.

- 15 Una vez se mezclan todos los ingredientes para obtener la emulsión, la emulsión resultante se hace pasar a través de un homogeneizador. La presión de la etapa total del homogeneizador puede ser de alrededor de 108 kPa (1 psig) a alrededor de 206.944 Kpa (30.000 psig), generalmente al menos alrededor de 13891 kPa (2.000 psig), preferiblemente de alrededor de 17338 kPa (2.500 psig) a alrededor de 69049 kPa (10.000 psig), por ejemplo de alrededor de 20786 kPa (3.000 psig) a alrededor de 55259 kPa (8.000 psig). La homogeneización se puede llevar a cabo en una o más etapas, usando una o más pasadas a través de cada etapa. Por ejemplo, para la etapa de homogeneización se pueden emplear  
20 dos etapas y tres pasadas. Este proceso puede producir una emulsión estable con tamaños de gotitas menores que alrededor de 2,1 micrómetros (90 percentil). Es preferible minimizar la exposición al calor durante la homogeneización tanto como sea posible, y mantener un manto de nitrógeno sobre todos los recipientes de la emulsión.

- El preemulsiónamiento de un aceite encapsulante o de un encapsulante en aceite en agua o en un plastificante  
25 líquido acuoso se puede lograr usando un homogeneizador de múltiples etapas de alta presión, ya sea solo o en combinación con un molino de coloides para obtener un tamaño mínimo de gotitas. La homogeneización a alta presión da lugar a tamaños pequeños de gotitas, y puede mejorar sustancialmente la distribución y dispersión, y la disponibilidad de los encapsulantes sensibles, activos, en un material de matriz. El encapsulamiento de la emulsión en un material de matriz se puede llevar a cabo entonces en condiciones controladas de baja presión y baja temperatura, para evitar la  
30 coalescencia, la separación del aceite, y el derrame de la extrusora, a la vez que da una mezcla o pasta conformable blanda que comprende pequeñas gotitas de un encapsulante sensible, activo, disperso por toda la pasta o mezcla. La pasta o mezcla se puede cortar o conformar y secar para producir partículas discretas estables al almacenamiento, sustancialmente no expandidas, que muestran un perfil de liberación mejorado de los materiales encapsulantes activos. Opcionalmente se puede incluir un encapsulante en la fase acuosa de la emulsión. Opcionalmente se puede incluir un  
35 emulsionante para facilitar la producción o estabilización de la emulsión.

- En la homogeneización a alta presión, un encapsulante oleoso o encapsulante en aceite se mezcla con agua o un fluido acuoso para obtener pequeñas gotitas de aceite. Todas, o al menos sustancialmente todas, por ejemplo al menos  
40 alrededor de 90% de las gotitas de aceite en la emulsión estabilizada homogeneizada y en las partículas discretas, peletes, o productos encapsulados de la presente invención tendrán tamaños de gotitas de aceite menores que alrededor de 50 micrómetros de diámetro, preferiblemente menores que alrededor de 10 micrómetros de diámetro, preferiblemente menores que alrededor de 2 micrómetros de diámetro. Cuanto más pequeñas sean las gotitas, más estable es la emulsión que permite la formación de una pasta sin coalescencia sustancial de las gotitas ni separación del aceite. También, la reducción de la coalescencia y la dispersión muy fina pueden incrementar la biodisponibilidad del encapsulante. La  
45 reducción de la coalescencia aumenta el revestimiento o encapsulamiento del encapsulante mediante una fase continua de material de matriz plastificado, por ejemplo sémola plastificada o mezclas de sémola y almidón natural. El uso de un componente formador de película, que también puede funcionar como un emulsionante, por ejemplo una proteína o concentrado proteico vegetal o animal, puede estabilizar la emulsión formando una película delgada alrededor de las gotitas de aceite durante el procesamiento de emulsiónamiento. Para potenciar la estabilización de un encapsulante  
50 oleoso dentro de una fase acuosa exterior, se pueden emplear emulsionantes no formadores de película, monoglicéridos, diglicéridos, o triglicéridos, o sus mezclas, u otras moléculas que se caracterizan por tener una parte lipófila y una parte hidrófila. Las gotitas más pequeñas, que sustancialmente no han coalescido, no salen del material de matriz, reduciendo de ese modo la exposición superficial del encapsulante revestido con aceite al aire.

- 55 Los encapsulantes pueden comprender un componente oleoso activo, o pueden comprender un componente encapsulante sólido, activo, sensible, disperso en aceite. Los encapsulantes oleosos pueden comprender, por ejemplo, aceite de ricino, aceite que contiene ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) tales como ácidos grasos omega-3, tales como ácido eicosapentaenoico (EPA), ácido docosahexaenoico (DHA), ácido docosapentaenoico, y ácido linolénico, ácidos grasos omega-6, vitaminas solubles en grasas tales como vitaminas A, D, E y K, ácido gamma-linoleico, acei-  
60 te de hígado de bacalao, saborizantes, aromas, extractos que contienen ingredientes activos, por ejemplo clorofila o componentes de hierbas, agrícolas y farmacéuticos u otros componentes bioactivos solubles en aceite, y sus mezclas. Los aceites de pescado purificados pueden tener, por ejemplo, un contenido de ácidos grasos omega-3 de alrededor de 30% en peso. Los encapsulantes sólidos pueden incluir formas sólidas de composiciones o compuestos farmacéuticos, composiciones o compuestos nutracéuticos, componentes nutricionales, componentes biológicamente activos,  
65 saborizantes o composiciones de saborizantes, aromas o composiciones de aromas, detergentes, sales farmacéutica o nutricionalmente aceptables de los mismos, y sus mezclas.

El aceite puede servir para proporcionar un revestimiento protector sobre el encapsulante, y se puede usar para controlar la velocidad de liberación del encapsulante. El aceite, incluyendo un encapsulante como aceite, se puede incluir en una cantidad de alrededor de 1% en peso a alrededor de 49% en peso, preferiblemente de alrededor de 20% en peso a alrededor de 49% en peso, lo más preferible de alrededor de 35% en peso a alrededor de 49% en peso, basado en el peso de la emulsión, o el peso total del componente oleoso y el componente acuoso. Los aceites comestibles, mantecas o grasas que se pueden emplear incluyen los derivados de fuentes vegetales, animales y marinas, así como sustitutos de grasas comestibles, y sus mezclas. Ejemplos de aceites vegetales que se pueden emplear son aceite de maíz, aceite de cártamo, aceite de haba de soja y aceite de semilla de algodón, que pueden estar hidrogenados, y sus mezclas.

Las emulsiones de aceite en agua pueden incluir opcionalmente un emulsionante para ayudar a la estabilización de la emulsión. Se pueden seleccionar emulsionantes convencionales usados en productos alimentarios y farmacéuticos para uso según la presente invención.

#### *Reducción del Contenido de Agua de la Emulsión mediante Mezclamiento con un Material de Matriz*

Después de la homogeneización, el contenido de agua de la emulsión se reduce de forma que el componente formador de película forme una película alrededor de las gotitas de aceite y encapsule al encapsulante. El contenido de agua de la emulsión se reduce mezclando la emulsión con al menos un material de matriz para formar una pasta para encapsular de ese modo a las gotitas de aceite revestidas con la película dentro del material de matriz. El componente acuoso, tal como agua, es adsorbido por o interacciona con el material de matriz para incrementar de ese modo la concentración del componente formador de película y hacer que forme una película y precipite alrededor de las gotitas de aceite. De este modo, si se obtienen microcápsulas del componente oleoso y el componente formador de película, las microcápsulas están encapsuladas adicionalmente por el componente de matriz. El material de matriz comprende un material de matriz plastificable, tal como harina de trigo duro, que es plastificado por el componente acuoso para encapsular de ese modo a las gotitas de aceite revestidas con la película dentro del material de matriz plastificado. El mezclamiento de la emulsión y el material de matriz se puede llevar a cabo en una extrusora para formar una pasta.

Los plastificantes útiles en la presente invención incluyen agua, sorbitol, zumo de frutas y otros líquidos acuosos que permiten la formación de una pasta. En realizaciones preferidas, todo o sustancialmente todo el plastificante puede ser el agua o líquido acuoso contenido en el componente encapsulante de la emulsión de aceite en agua. La mezcla o pasta conformable de la presente invención puede tener un contenido total de plastificante de hasta alrededor de 60% en peso, preferiblemente alrededor de 20% en peso a alrededor de 45% en peso del producto o pasta de la presente invención. Cuando se emplea agua o líquidos acuosos en grandes cantidades, por ejemplo un contenido de humedad por encima de alrededor de 60% en peso, se puede producir una pasta delgada de baja viscosidad, que no se puede cortar en una boquilla extrusora. Sin embargo, menores contenidos de humedad, tales como por debajo de alrededor de 5%, pueden dar como resultado un producto seco, que sería demasiado frágil tras la conformación y se desharía. Bajos contenidos de humedad también pueden generar calentamiento por fricción durante la conformación en la extrusión, y sería perjudicial para un encapsulante sensible al calor.

En el método de mezclamiento del componente encapsulante de la emulsión de aceite en agua en un material de matriz plastificable de la presente invención, el tamaño de las gotitas es inversamente proporcional a la estabilidad. En consecuencia, los tamaños deseables de las gotitas en la mezcla o pasta conformable de la presente invención pueden oscilar desde alrededor de 0,5 micrómetros hasta alrededor de 50 micrómetros de diámetro, preferiblemente menores que alrededor de 10 micrómetros de diámetro, lo más preferible menores que alrededor de 2 micrómetros. Como prueba de la estabilidad de la emulsión, los diámetros de las gotitas de la emulsión de la presente invención permanecen sustancialmente sin cambiar a lo largo del mezclamiento de la emulsión con un material de matriz para formar una pasta o mezcla conformable. Esto puede resultar del hecho de que el agua o líquido acuoso que forma la fase continua de la emulsión actúa como un plastificante para el material de matriz plastificable de la presente invención y de ese modo se convierte en todo o sustancialmente todo el líquido en la fase continua de una pasta o mezcla conformable de la presente invención.

Según la presente invención, el material de matriz plastificable es plastificado por agua o un líquido acuoso. El agua o líquido acuoso de la emulsión comprende preferiblemente todo o sustancialmente todo el plastificante para el material de matriz plastificable.

Los materiales de matriz plastificables preferidos de la presente invención son harinas con elevado contenido de gluten, gluten procedente de trigo, trigo duro o sémola, almidón pregelatinizado, pentosanos, hidrocoloides y sus mezclas. Para una distribución o dispersabilidad más fácil en líquidos tales como agua, se pueden emplear como material de matriz galletas finamente molidas o en polvo, o productos molidos similares a galletas. Otros materiales de matriz plastificables, útiles según la presente invención, incluyen biopolímeros tales como hidratos de carbono, polímeros tales como polivinilpirrolidona, gomas, y proteínas vegetales o lácteas. Los almidones ejemplares que se pueden usar en la presente invención son almidones modificados o almidones pregelatinizados derivados de maíz, trigo, arroz, patata, tapioca, o almidón con alto contenido de amilosa. Las fuentes de almidón que se pueden usar también incluyen harinas procedentes de cereales tales como maíz, trigo, trigo duro, arroz, cebada, avena, o centeno, y sus mezclas. Los materiales de matriz plastificables más preferidos para uso en la presente invención incluyen harina de trigo duro, sémola, glúten, almidón natural y sus mezclas. En realizaciones de la presente invención, el componente

## ES 2 334 993 T3

del material de matriz puede ser al menos alrededor de 30% en peso, por ejemplo alrededor de 60% en peso a alrededor de 95% en peso, basado en el peso del producto final.

Los productos o ingredientes de trigo duro que se pueden usar en la presente invención incluyen sémola de trigo duro, trigo duro granular, harina de trigo duro y sus mezclas. Se prefiere la sémola de trigo duro. La sémola de trigo duro es el subproducto purificado o aislado de trigo duro preparado triturando y tamizando trigo duro limpio hasta una fineza que, cuando se ensaya mediante el método especificado en 21 CFR 137.300 (b)(2), pasa totalmente a través de un tamiz de 841  $\mu\text{m}$  (n° 20 U.S.), pero no más del 3 por ciento pasa a través de un tamiz de 149  $\mu\text{m}$  (n° 100 U.S.). La sémola está libre de salvado o salvado y germen en un grado tal que el porcentaje de cenizas en ella, calculado sobre una base libre de humedad, no es más de 0,92 por ciento. El producto granular de trigo duro es una sémola a la que se ha añadido harina de forma que alrededor de 7% pasa a través del tamiz n° 100 U.S. No menos del 98 por ciento de la harina de trigo duro pasa a través del tamiz n° 70 U.S.

Los componentes sustancialmente no plastificables de la matriz se pueden usar para incrementar la velocidad de liberación de los encapsulantes desde la matriz. Tales materiales sustancialmente no plastificables de la matriz pueden comprender almidón sustancialmente no gelatinizado en una realización preferida, así como hidratos de carbono que tienen un peso molecular menor que almidones, agentes para dar volumen, fibra u otros materiales inertes, tales como celulosa, fibra o hemicelulosa. Las fuentes de almidón que se pueden usar incluyen harinas o almidones procedentes de cereales tales como maíz, trigo, trigo duro, arroz, cebada, avena, o centeno, y sus mezclas. En realizaciones de la invención, la cantidad de componente de matriz que sustancialmente no es plastificable es al menos alrededor de 10% en peso, preferiblemente al menos alrededor de 25% en peso, y puede oscilar desde alrededor de 98% en peso, basado en el peso total del al menos un material de matriz plastificable y el componente de matriz que sustancialmente no es plastificable. Para velocidades más rápidas de liberación, la cantidad de material de matriz sustancialmente no plastificable, tal como almidón no gelatinizado, puede ser al menos alrededor de 60% en peso, basado en el peso total de los materiales de matriz.

A la mezcla de la presente invención se pueden añadir agentes adicionales que controlan la velocidad de liberación, incluyendo componentes que pueden influir, controlar o afectar al flujo, difusión o distribución de agua o composiciones acuosas hacia el interior y dentro de las partículas del producto final. El ingrediente o componente adicional para controlar la velocidad de liberación del encapsulante puede ser un agente hidrófobo tal como polietileno, poliuretano, polipropileno, policloruro de vinilo, poliacetato de vinilo, una grasa, aceite, cera, ácido graso, o emulsionante que incrementa la hidrofobia de la matriz. El aumento de hidrofobia ayuda a evitar o retrasa la penetración de agua o jugo gástrico en la matriz. Otros ingredientes que se pueden usar para controlar la velocidad de la liberación son componentes que tienen una capacidad elevada para unirse al agua, que retrasan o evitan una disolución rápida de la matriz y de ese modo retrasan la liberación del encapsulante en la matriz. Ejemplos de componentes de capacidad elevada de unión al agua que se pueden usar son proteínas, tales como gluten de trigo, gelatina, y caseína, gomas hidrocoloides, y similares.

La etapa de mezclado en la presente invención se puede llevar a cabo preferiblemente en una extrusora para formar una mezcla de un componente encapsulante de aceite en agua de la emulsión, un material de matriz plastificable, un material de matriz no plastificable y un agente opcional que controla la velocidad de liberación. Se emplean presiones y temperaturas bajas de extrusión para evitar la coalescencia, la separación del aceite y el derrame de la extrusora. Generalmente, para extruir a presiones elevadas, son necesarias viscosidades elevadas para evitar la coalescencia. Sin embargo, el incremento de la viscosidad tiende a incrementar el cizallamiento, lo que puede destruir una emulsión.

Presiones bajas de extrusión ayudan a evitar la coalescencia, evitan la separación de una emulsión, y evitan el derrame de la extrusora. Para lograr bajas presiones, la viscosidad de la pasta se puede reducir incrementando la cantidad de plastificante, tal como agua. Sin embargo, la viscosidad de la pasta debería de ser suficientemente elevada para permitir el logro de una mezcla conformable y cortable en la boquilla de la extrusora. Las presiones deseables de la extrusora bajo las cuales se puede conformar la mezcla conformable pueden oscilar desde alrededor de 1 bar hasta alrededor de 150 bares, preferiblemente desde alrededor de 2 bares hasta alrededor de 100 bares, más preferiblemente desde alrededor de 5 bares hasta alrededor de 50 bares.

Al obtener la mezcla o pasta conformable de la presente invención, es preferible en el método de mezclado en la presente invención lograr un balance entre el cizallamiento, que por una parte reduce el tamaño de las partículas, y una menor viscosidad, que por otro lado reduce el cizallamiento. La reducción del tamaño de las partículas reduce la coalescencia y asegura la protección de cada gotita encapsulante individual dentro de las partículas según la presente invención.

En realizaciones de la presente invención, los componentes preemulsionados se pueden inyectar en el extremo aguas arriba de la extrusora para lograr la plastificación del material de matriz plastificable sin coalescencia sustancial, o separación del aceite o derrame incluso con contenidos elevados de aceite. El mezclado se continúa hacia la boquilla de la extrusora mientras que se ajusta opcionalmente la temperatura del producto para la conformabilidad suficiente. El material de matriz plastificable es plastificable y es plastificado por el agua o líquido acuoso, pero el componente de matriz sustancialmente no plastificable es sustancialmente no plastificable y no es plastificado por el plastificante líquido generalmente a una temperatura menor que alrededor de 60°C, preferiblemente menor que 50°C, lo más preferible menor que 45°C, lo más preferible menor que alrededor de, por ejemplo a temperatura ambiente,

## ES 2 334 993 T3

y puede ser extremadamente baja, tal como tan baja como alrededor de 0°C. La eliminación del plastificante líquido antes de la extrusión no es necesario para ajustar la viscosidad de la mezcla para la conformabilidad. Una mezcla conformable se obtiene sin gelatinizar sustancialmente o cocer el material de matriz plastificable o el componente de matriz sustancialmente no plastificable. El material de matriz plastificable en la mezcla conformable se puede hacer vítreo al secarlo, aunque no se coció o se gelatinizó sustancialmente durante la plastificación para obtener la mezcla conformable.

La cantidad del componente activo o encapsulante que se puede encapsular o embeber en la matriz puede ser de alrededor de 1% en peso a alrededor de 85% en peso, preferiblemente de alrededor de 3% en peso a alrededor de 50% en peso, y lo más preferible de alrededor de 5% en peso a alrededor de 30% en peso, basado en el peso total del material de matriz plastificable de la mezcla o pasta conformable de la presente invención.

La mezcla o pasta se extruye a través de boquillas de extrusión y se cortan o se conforman de otro modo en trozos o peletes sin expansión o sustancialmente sin expansión del extrusado.

En realizaciones de la invención, la pasta se puede extruir a través de orificios circulares de la boquilla extrusora que tienen un diámetro que oscila desde 0,1 mm hasta 5 mm (preferiblemente 0,25 mm hasta 2 mm, lo más preferible 0,5 mm hasta 1 mm) y un corte de cara hasta 0,1 mm-5 mm (preferiblemente 0,25 mm a 2 mm, lo más preferible 0,5 mm a 1 mm). Por ejemplo, se pueden producir dimensiones del pelete de ~0,5 mm (ID) x 0,5 mm (longitud). La pasta se mantiene fría durante la extrusión, por ejemplo a menos de aproximadamente 30°C. La matriz puede estar compuesta de uno o varios ingredientes diferentes, que oscilan desde harina de trigo duro, aislado proteico de suero lácteo, proteína de trigo (o proteína procedente de otras fuentes animales o vegetales), almidón, alginato, hasta otros hidrocoloides, etc. que pueden proporcionar protección adicional frente a la oxidación. Los peletes recién extruidos pueden contener una carga de aceite entre alrededor de 1-35% en peso (preferiblemente alrededor de 5 a 30% en peso, lo más preferible alrededor de 10 a 30% en peso), a contenidos de humedad entre aproximadamente 15% y 50% en peso.

El extrusado o trozos se pueden secar entonces y su superficie se puede tratar entonces con una sustancia formadora de película, o con un revestimiento protector tal como una proteína derivada de suero lácteo, maíz, trigo, soja, u otras fuentes vegetales o animales, una grasa, goma laca, cera, un revestimiento entérico, y mezclas de los mismos, para revestir los peletes o trozos extruidos para evitar la liberación prematura o permitir la liberación controlada del encapsulante desde los peletes o trozos. El revestimiento protector puede ser hidrófilo u oleófilo, para inhibir la migración hacia el exterior del componente de aceite a la superficie del pelete, donde estaría sometido a oxidación. Ejemplos de revestimientos protectores que se pueden emplear son acuaceína (una disolución proteica acuosa de maíz), disolución de aislado proteico de suero lácteo desnaturalizado (con o sin un plastificante), disoluciones de almidón formadoras de película, alginatos, y grasa de chocolate fundida. La sustancia formadora de película o el revestimiento protector también puede contener componentes adicionales que retrasan o evitan el acceso de la luz, oxígeno, y/o agua a la matriz. Se pueden emplear barreras contra la luz, tales como dióxido de titanio, negro de carbón, tinta comestible, cacao, o similares. En realizaciones de la invención, la disolución de revestimiento se puede aplicar como una niebla fina, atomizada por nitrógeno. Se pueden aplicar múltiples revestimientos, con un secado intermedio entre los revestimientos.

Según la presente invención, los peletes se pueden secar superficialmente tras la extrusión y antes del revestimiento, para facilitar la aplicación de una disolución de revestimiento protector. Por ejemplo, los peletes secos pueden aceptar mayores cantidades de revestimiento antes de que la formación de grumos o la aglomeración se pueda convertir en un problema. Los peletes se pueden transportar hasta un aparato revestidor giratorio largo (~2 pies de ID x 4 pies de longitud), con aire que sopla en contracorriente al flujo de los peletes. Para un secado más eficaz, se prefiere aire sin humedad. Se puede usar aire caliente (sin humedad o ambiente) hasta aproximadamente 460°F (~238°C) para secar la superficie de los peletes para facilitar el revestimiento posterior. Incluso a temperaturas elevadas del aire caliente, la temperatura del producto a la salida del aparato revestidor todavía puede seguir estando por debajo de aproximadamente 100°F (~37,7°C). En realizaciones de la invención, se puede eliminar de los peletes hasta alrededor de 10% en peso de humedad o más, por ejemplo hasta alrededor de 20% en peso.

La aplicación del revestimiento protector se puede lograr revistiendo en bandeja los trozos para obtener peletes inmediatamente después de la extrusión y antes del secado final. Se pueden aplicar múltiples revestimientos en bandeja, con un secado intermedio entre las capas de revestimiento. El revestimiento en lecho fluidizado, y el revestimiento con un tambor giratorio revestidor también pueden ser una opción para revestir los trozos para obtener peletes, aunque el revestimiento en bandeja puede ser más eficaz y barato. En realizaciones de la invención, la cantidad de revestimiento puede oscilar desde alrededor de 0,5% hasta alrededor de 50% en peso, basado en el peso del producto total, dependiendo de la liberación deseada del encapsulante.

Los peletes revestidos se pueden secar entonces hasta su contenido final de humedad. Se puede emplear el secado por convección mediante aire, que puede ser sin humedad o aire ambiente, nitrógeno, o dióxido de carbono. En realizaciones de la invención, el aceite de pescado encapsulado final puede contener hasta alrededor de 45% en peso de aceite, por ejemplo de alrededor de 1% en peso a alrededor de 40% en peso de aceite, a contenidos de humedad de alrededor de 2% en peso a alrededor de 15% en peso, basado en el peso de los peletes secos. Los peletes se pueden secar para lograr una estabilidad al almacenamiento o período de caducidad de al menos alrededor de seis meses, preferiblemente al menos alrededor de doce meses, lo más preferible al menos alrededor de treinta y seis meses.

El producto de la presente invención puede poseer una textura sustancialmente no masticable, que se percibe como vítrea o fracturable, pero está entre la textura masticable de streusel o las pastillas masticables de vitaminas, y la textura vítrea dura, densa, de la pasta sin cocer. Los productos de la presente invención pueden estar en forma de partículas discretas, peletes, conglomerados, o comprimidos. Pueden tener forma esférica, ser curvilíneos o tener forma de lente, pueden ser discos planos, pueden tener formas ovaladas, o similar. El diámetro de las partículas puede oscilar hasta alrededor de 7 mm, por ejemplo de alrededor de 0,3 mm a alrededor de 7 mm, y la relación l/d puede ser de alrededor de 0,1 a alrededor de 10. En realizaciones de la invención, el diámetro de las partículas puede ser de alrededor de 0,15 mm a alrededor de 4 mm, preferiblemente de alrededor de 0,20 mm a alrededor de 1,0 mm, o alrededor de 200 micrómetros a alrededor de 1000 micrómetros. La relación longitud a diámetro (l/d) de las partículas puede ser de alrededor de 0,1 a alrededor de 10, por ejemplo alrededor de 0,5 a alrededor de 2, preferiblemente alrededor de 1. Las partículas tienen un tamaño generalmente uniforme, son parcialmente vítreas, y granulares para incrementar el sabor agradable para seres humanos y animales en una forma sustancialmente compacta que sea fácil de tragar masticándola o sin masticarla. Los productos de la invención no están expandidos, generalmente no son fermentables, y pueden mostrar una estructura no inflada, sustancialmente no celular, y parcialmente vítrea. El componente de almidón de las matrices puede estar sustancialmente sin gelatinizar o parcialmente gelatinizado, y no está sustancialmente desestructurado o dextrinizado. Las densidades específicas ejemplares de los productos de la presente invención están entre alrededor de 800 g/litro y alrededor de 1500 g/litro (alrededor de 0,8 a alrededor de 1,5 g/cm<sup>3</sup>).

Los productos encapsulados de la presente invención se pueden incorporar sin triturarlos en alimentos destinados al consumo humano o animal, tales como productos horneados, por ejemplo pan, obleas, galletas, galletas saladas, pretzels, pizza, y rollitos, cereales para el desayuno listos para comer, cereales calientes, productos de pasta, aperitivos tales como aperitivos de frutas, aperitivos salados, aperitivos a base de cereales, y palomitas para microondas, productos lácteos tales como yogur, queso, y helado, dulces tales como caramelo duro, caramelo blando, y chocolate, bebidas, pienso animal, alimentos para mascotas, tales como alimento para perros y alimento para gatos, alimentos para acuarios, tales como alimento para peces y pienso para gambas, y alimentos especiales tales como alimento infantil, fórmulas para recién nacidos, alimento hospitalario, alimento médico, alimento deportivo, alimento de rendimiento o barras nutritivas, o alimentos reforzados, premezclas o mezclas de alimentos para casa o para uso como servicio alimentario, tales como premezclas para sopas o salsas, mezclas para postres, mezclas para cenas, mezclas para cocer tales como mezclas para pan, y mezclas para tartas, y harina para hornear.

En realizaciones preferidas, el encapsulante activo es un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3. El producto encapsulado se puede volver a dispersar como un líquido o como un sólido para alimento humano, pienso animal, o con fines farmacéuticos. Los productos de la presente invención se pueden usar como o incorporar en alimentos con fines especiales, tales como alimentos de rendimiento, alimentos para el ánimo, alimentos médicos, aperitivos o suplementos nutritivos, alimentos deportivos tales como barras energéticas, alimentos infantiles, alimentos para niños pequeños, alimentos para lactantes, o alimentos con fines farmacéuticos u otros fines dietéticos. Las partículas o gránulos discretos de la presente invención se pueden usar como una cubierta para cereales para desayuno, aperitivos, sopas, ensalada, tartas, galletas, galletas saladas, puddings, postres o helado. También se pueden usar como un ingrediente granular para yogures, postres, pudding, flanes, helado u otros alimentos de crema o pastas. Los trozos de tamaño regular se pueden envasar individualmente o se pueden usar como aperitivos nutritivos, o por ejemplo se pueden añadir o conformar en un alimento nutritivo en forma de barra.

La presente invención se ilustra además mediante los siguientes ejemplos no limitantes, en los que todas las partes, porcentajes, proporciones, y relaciones están en peso, y todas las temperaturas están en °C excepto que se indique de otro modo:

#### Ejemplo 1

##### Emulsión de Aislado Proteínico de Suero Lácteo Natural

Se pueden mezclar alrededor de 9291,8 g de agua y 1050 g de aislado proteico de suero lácteo nativo (WPI) para formar una disolución acuosa que comprende aproximadamente 80,0% en peso de agua y 9,5% en peso de WPI. La disolución acuosa se puede hidratar entonces toda la noche en condiciones refrigeradas a alrededor de 4,4°C (40°F).

A fin de obtener un emulsión, se pueden añadir alrededor de 0,7 gramos de cisteína, 157,5 gramos de glicerol y 7000 gramos de aceite de pescado omega-3 a la disolución acuosa, bajo un manto de nitrógeno y usando una mezcladora Rotosolver a un cizallamiento elevado durante alrededor de 5 minutos. La emulsión resultante puede tener una composición de alrededor de 53,4% en peso de agua, 40% en peso de aceite de pescado, 5,7% en peso de WPI, 0,9% en peso de glicerol.

La emulsión se puede homogeneizar en un homogeneizador APV que tiene una presión de etapa total de aproximadamente 55.158 kPa (8000 psi) durante tres pasadas. Durante la homogeneización, se puede mantener un manto de nitrógeno sobre todos los recipientes de la emulsión.

La emulsión homogeneizada puede servir entonces como una alimentación líquida a una extrusora que puede estar cubierta con gas nitrógeno. La alimentación seca a la extrusora puede funcionar como una matriz encapsulante para la emulsión, y de este modo formar una pasta. La alimentación seca puede contener 125 g/min. de harina de trigo

## ES 2 334 993 T3

duro y opcionalmente almidón (p.ej., arroz), proteína de trigo, alginato, y WPI adicional. La extrusora puede ser una extrusora de doble tornillo Buhler 44 que tiene una relación L/D de 40 y 8 insertos de boquilla que tienen orificios de boquilla de 0,5 mm de diámetro interno. La pasta se puede extruir a una velocidad del tornillo de aproximadamente 80 rpm para formar peletes de 0,5 mm de longitud. Los peletes pueden comprender aproximadamente 25,0% en peso de agua, 13,8% en peso de aceite de pescado, 2,0% en peso de WPI, 0,3% en peso de glicerol, y 58,9% en peso de la harina de trigo duro. Se puede aplicar un manto de nitrógeno a la alimentación de la extrusora.

Los peletes se pueden secar entonces superficialmente en un aparato recubridor giratorio largo (2 pies x 4 pies) para evaporar alrededor de 14,2 g de humedad, dando de ese modo como resultado peletes secos que contienen alrededor de 19,0% en peso de agua, 14,9% en peso de aceite de pescado, 2,1% en peso de WPI, 0,3% en peso de glicerol, y 63,6% en peso de la matriz seca.

Los peletes se pueden someter entonces a un revestimiento en bandeja. La disolución de revestimiento se puede aplicar como una niebla fina, atomizada por nitrógeno. La disolución de revestimiento puede contener 56,2 g de agua y 24,1 g de almidón de alta pureza. Se pueden aplicar múltiples revestimientos en bandeja con secado intermedio entre capas de revestimiento. El pelete revestido resultante comprende alrededor de 26,0% en peso de agua, 12,9% en peso de aceite de pescado, 1,8% en peso de WPI, 0,3% en peso de glicerol, 54,8% en peso de matriz y 5,2% en peso del revestimiento.

Los peletes revestidos se pueden someter entonces a una etapa de secado final para eliminar 111 g de agua adicional. La composición final contiene alrededor de 8,5% en peso de agua, 15,9% en peso de aceite de pescado, 2,3% en peso de WPI, 0,4% en peso de glicerol, 67,8% en peso de matriz, y 5,1% en peso del revestimiento.

### Ejemplo 2

#### *Emulsión de WPI desnaturalizado*

Se pueden mezclar alrededor de 9291,8 g de agua y 1050 g de WPI para formar una disolución acuosa que comprende aproximadamente 80,0% en peso de agua y 9,5% en peso de WPI. La disolución acuosa se puede someter entonces a desnaturalización calentando la disolución a una temperatura de alrededor de 80-90°C durante 30 minutos. La disolución desnaturalizada se puede hidratar toda la noche en condiciones refrigeradas a alrededor de 4,4°C (40°F).

A fin de obtener un emulsión, se pueden añadir alrededor de 0,7 gramos de cisteína, 157,5 gramos de glicerol y 7000 gramos de aceite de pescado omega-3 a la disolución acuosa, bajo un manto de nitrógeno y usando una mezcladora Rotosolver a un cizallamiento elevado durante alrededor de 5 minutos. La emulsión resultante puede tener una composición de alrededor de 53,4% en peso de agua, 40% en peso de aceite de pescado, 5,7% en peso de WPI, 0,9% en peso de glicerol.

La emulsión se puede homogeneizar en un homogeneizador APV que tiene una presión de etapa total de aproximadamente 8000 psi durante tres pasadas. Durante la homogeneización, se puede mantener un manto de nitrógeno sobre todos los recipientes de la emulsión.

La emulsión homogeneizada puede servir entonces como una alimentación líquida a una extrusora que puede estar cubierta con gas nitrógeno. La alimentación seca a la extrusora puede funcionar como una matriz encapsulante para la emulsión, y de este modo formar una pasta. La alimentación seca puede contener 125 g/min. de harina de trigo duro y opcionalmente almidón (p.ej., arroz), proteína de trigo, alginato, y WPI adicional. La extrusora puede ser una extrusora de doble tornillo Buhler 44 que tiene una relación L/D de 40 y 8 insertos de boquilla que tienen orificios de boquilla de 0,5 mm de diámetro interno. La pasta se puede extruir a una velocidad del tornillo de aproximadamente 80 rpm para formar peletes de 0,5 mm de longitud. Los peletes pueden comprender aproximadamente 25,0% en peso de agua, 13,8% en peso de aceite de pescado, 2,0% en peso de WPI, 0,3% en peso de glicerol, y 58,9% en peso de la harina de trigo duro. Se puede aplicar un manto de nitrógeno a la alimentación de la extrusora.

Los peletes se pueden secar entonces superficialmente en un aparato recubridor giratorio largo para evaporar 25,4 g de humedad, dando de ese modo como resultado peletes secos que contienen alrededor de 13,5% en peso de agua, 15,9% en peso de aceite de pescado, 2,3% en peso de WPI, 0,4% en peso de glicerol, y 67,9% en peso de la matriz seca.

Los peletes se pueden someter entonces a un revestimiento en bandeja. La disolución de revestimiento se puede aplicar como una niebla fina, atomizada por nitrógeno. La disolución de revestimiento puede contener 108,2 g de agua y 12,1 g de WPI, y 6,0 g de sacarosa. Se pueden aplicar múltiples revestimientos en bandeja con secado intermedio entre capas de revestimiento. El pelete revestido resultando comprende alrededor de 28,1% en peso de agua, 12,7% en peso de aceite de pescado, 1,8% en peso de WPI, 0,3% en peso de glicerol, 54,2% en peso de matriz y 1,9% en peso del revestimiento.

Los peletes revestidos se pueden someter entonces a una etapa de secado final para eliminar 133,9 g de agua adicional. La composición final contiene alrededor de 8,5% en peso de agua, 16,2% en peso de aceite de pescado, 2,3% en peso de WPI, 0,4% en peso de glicerol, 69% en peso de matriz, y 2,5% en peso del revestimiento, y 1,2% de otros materiales.

## ES 2 334 993 T3

### Ejemplo 3

#### *Emulsión extruida de proteína de trigo*

5 Se pueden añadir alrededor de 8358,3 g agua desionizada, 1491,5 g de proteína de trigo, 33,8 g de ácido eritóbico, 50,7 g de ácido acético, 113,3 g de almidón, y 567,8 g de sacarosa para formar una disolución de proteína que contiene alrededor de 79,5% en peso de humedad, 13,3% en peso de proteína de trigo, 5,3% en peso de plastificante, 1,0% en peso de matriz en cápsula y 0,8% en peso de ácido. La disolución de proteína se somete a hidratación toda la noche en condiciones refrigeradas a alrededor de 4,4°C (40°F). La disolución de proteína se puede someter entonces a una filtración a través de un tamiz de malla 100, para eliminar grumos de proteína sin disolver.

15 Se pueden añadir alrededor de 5422 g de aceite de pescado omega-3 y 337,7 g de Maillose a la disolución de proteína para obtener una emulsión. La emulsión puede contener alrededor de 53,4% en peso de agua, 33,1% en peso de aceite de pescado, 8,7% en peso de proteína de trigo, 3,5% en peso de plastificante, 0,7% en peso de matriz en cápsula, y 0,7% en peso de Maillose. La emulsión se puede someter entonces a una etapa de homogeneización usando un homogeneizador APB a 3200 psi durante dos pasadas bajo un manto de nitrógeno sobre todas las vasijas del producto.

20 La emulsión homogeneizada se puede someter entonces a una etapa de extrusión. Se puede añadir una matriz de alimentación seca a una extrusora de doble tornillo Buhler 44. La alimentación seca puede contener alrededor de 145 g/min. de harina de trigo duro. Ingredientes opcionales pueden incluir almidón, proteína de trigo, alginato, y proteína de trigo. La velocidad del tornillo de la extrusora puede ser de alrededor de 80 rpm y de peletes de 0,5 mm de longitud. Los peletes pueden comprender alrededor de 24,9% en peso de agua, 11,4% en peso de aceite de pescado, 3,0% en peso de proteína de trigo, 1,2% en peso de plastificante, 59,3% en peso de matriz en cápsula, y 0,2% en peso de Maillose.

30 Los peletes extruados se pueden secar superficialmente para eliminar humedad, obteniendo de ese modo una composición que contiene alrededor de 18,0% en peso de agua, 12,4% en peso de aceite de pescado, 3,2% en peso de proteína de trigo, 1,3% en peso de plastificante, 64,7% en peso de matriz en cápsula, 0,3% en peso de Maillose.

35 Los peletes secos se pueden revestir entonces en bandeja. La disolución de revestimiento se puede aplicar como una niebla fina, atomizada por nitrógeno. La disolución de revestimiento puede contener alrededor de 105 g de agua y 45 g de almidón de goma de pureza. Los peletes revestidos en bandeja resultantes pueden tener una composición de alrededor de 22,8% en peso de agua, 11,3% en peso de aceite de pescado, 3,0% en peso de proteína de trigo, 1,2% en peso de plastificante, 58,8% en peso de matriz en cápsula, 2,7% en peso del material de revestimiento, y 0,2% en peso de Maillose.

40 Los peletes revestidos se pueden someter a una etapa de secado final para eliminar humedad. Se pueden eliminar alrededor de 279,8 g de agua para formar un producto final que contiene alrededor de 7,0% en peso de agua, 13,6% en peso de aceite de pescado, 3,6% en peso de proteína de trigo, 1,4% en peso de plastificante, 70,8% en peso de material de matriz, 3,3% en peso del material de revestimiento, y 0,3% en peso de Maillose.

### Ejemplo 4

#### *Emulsión de proteína de trigo secada por pulverización (Ejemplo de referencia)*

50 Se mezclan alrededor de 11880 g de agua desionizada, 2120 g de proteína de trigo, 48 g de ácido eritóbico, 72 g de ácido acético, 161 g de almidón, y 807 g de sacarosa para formar una disolución proteica que contiene alrededor de 79,5% en peso de humedad, 13,3% en peso de proteína de trigo, 5,3% en peso de plastificante, 1,0% en peso de almidón, y 0,8% en peso de ácido. La disolución proteica se puede someter entonces a una etapa de hidrogenación en condiciones de refrigeración toda la noche a una temperatura de alrededor de 4,4°C (40°F). La disolución proteica hidratada se puede someter a filtración para eliminar grumos de proteína sin disolver. La filtración se puede llevar a cabo a través de un tamiz de malla 100.

55 Se pueden añadir alrededor de 807 g de aceite de pescado omega-3 y 480 g de Maillose a la disolución proteica hidratada, para formar una emulsión que contiene 75,9% en peso de agua, 5,9% en peso de aceite de pescado, 12,3% en peso de proteína de trigo, 4,9% en peso de plastificante, 0,9% en peso de almidón, y 1,0% en peso de ácido/Maillose. La emulsión se puede someter entonces a una etapa de homogeneización usando un homogeneizador APV a 20684 kPa (3000 psi) durante una pasada bajo un manto de nitrógeno sobre todas las vasijas del producto.

65 La emulsión se puede secar por pulverización para evaporar humedad, dando como resultado una composición de alrededor de 2,5% en peso de agua, 20,0% en peso de aceite de pescado, 49,8% en peso de proteína de trigo, 20,0% en peso de plastificante, 3,8% en peso de almidón, y 3,9% en peso de ácidos/Maillose. La temperatura del aire de entrada durante el secado por pulverización es de alrededor de 200°C y la temperatura del aire de salida es de alrededor de 110°C.

## ES 2 334 993 T3

La composición secada por pulverización se puede someter a un revestimiento en lecho fluidizado. Se pueden añadir alrededor de 1600 g de agua, 200 g de proteína de maíz, y 200 g de propilenglicol como una disolución de revestimiento aplicada como una niebla fina, atomizada por nitrógeno. El agua se puede eliminar por evaporación, para formar una composición final de 2,5% en peso de agua, 13,2% en peso de aceite de pescado, 32,9% en peso de proteína de trigo, 2,5% en peso de almidón, 16,5% en peso de material de revestimiento, 16,5% en peso de propilenglicol, y 2,6% en peso de ácidos/Maillose.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Un método para encapsular un encapsulante, que comprende mezclar un componente oleoso que comprende un encapsulante, con un componente acuoso y un componente formador de película para formar una emulsión, someter la emulsión a homogeneización para obtener una emulsión de aceite en agua que comprende gotitas de aceite en la que las gotitas de aceite comprenden el encapsulante y tienen un diámetro menor que alrededor de 50 micrómetros, y el componente formador de película rodea a las gotitas de aceite, reducir el contenido de agua de la emulsión de forma que el componente formador de película forme una película alrededor de las gotitas de aceite y encapsule a dicho encapsulante, en el que el contenido de agua de la emulsión se reduce mezclando la emulsión con un material de matriz para formar una pasta, para encapsular de ese modo a dichas gotitas de aceite revestidas con la película dentro de dicho material de matriz, y en el que dicho material de matriz comprende un material de matriz plastificable, siendo plastificado dicho material de matriz mediante dicho componente acuoso para encapsular de ese modo a dichas gotitas de aceite revestidas con la película dentro de dicho material de matriz plastificado.
2. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho componente formador de película es soluble en agua y comprende una porción hidrófoba.
3. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho componente formador de película comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en proteínas, hidrocoloides, e hidrolizados de almidón.
4. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho componente formador de película comprende una proteína.
5. Un método según la reivindicación 2, en el que el material de matriz plastificado está revestido por un revestimiento protector, y en el que dicho revestimiento comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en una disolución de proteína de trigo acuosa, una disolución de proteína de suero lácteo desnaturalizada, una disolución de almidón formadora de película, y un alginato.
6. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho componente oleoso es un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3, y dicho componente formador de película comprende un aislado de proteína de suero lácteo.
7. Un método según la reivindicación 1, en el que el material de matriz plastificado está revestido por un revestimiento protector, y en el que dicho revestimiento protector comprende una disolución alcohólica de zeína.
8. Un método según la reivindicación 1, en el que dicha emulsión comprende además comprende además un antioxidante para dicho encapsulante, comprendiendo dicho antioxidante al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en L-cisteína, ácido ascórbico, y ácido eritóbico.
9. Un método según la reivindicación 4, en el que dicha proteína se hidrata antes de mezclarla con dicho componente oleoso.
10. Un método según la reivindicación 4, en el que dicha proteína se desnaturaliza antes de mezclarla con dicho componente oleoso.
11. Un método según la reivindicación 4, en el que dicha proteína se mezcla con dicho componente acuoso para formar una disolución proteica acuosa que tiene un contenido proteico de alrededor de 1% en peso a alrededor de 50% en peso, basado en el peso total del componente acuoso y la proteína.
12. Un método según la reivindicación 1, en el que la relación en peso de dicho componente oleoso a dicho componente acuoso en dicha emulsión es desde alrededor de 1% en peso hasta alrededor de 49% en peso, basado en el peso total del componente oleoso y componente acuoso.
13. Un método según la reivindicación 1, en el que dicha emulsión comprende además un antioxidante para dicho encapsulante.
14. Un método según la reivindicación 1, en el que dicha emulsión comprende además un componente o plastificante que reblandece la película, para reducir la fragilidad de dicho componente formador de película.
15. Un método según la reivindicación 14, en el que dicho componente o plastificante que reblandece la película comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en monosacáridos, disacáridos, glicerol, y polietilenglicol.
16. Un método según la reivindicación 14, en el que la cantidad de dicho componente o plastificante que reblandece la película es desde alrededor de 1% en peso hasta alrededor de 75% en peso, basado en el peso de dicho componente formador de película.
17. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho componente oleoso comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en aceite de ricino, aceite que contiene ácidos grasos omega-3 u omega-6, vitami-

## ES 2 334 993 T3

nas solubles en grasas, ácido gamma-linoleico, aceite de hígado de bacalao, saborizantes, aromas, extractos de plantas que contienen ingredientes activos, componentes agrícolas solubles en aceite, componentes farmacéuticos solubles en aceite, y componentes bioactivos solubles en aceite.

5 18. Un método según la reivindicación 1, en el que dicho componente oleoso es un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3.

10 19. Un método según la reivindicación 6, en el que dicho material de matriz comprende al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en harina de trigo duro, aislado proteico de suero lácteo, proteína de trigo, almidones, e hidrocoloides.

15 20. Un método según la reivindicación 6, en el que dicha emulsión comprende además un antioxidante para dicho encapsulante, comprendiendo dicho antioxidante al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en L-cisteína, ácido ascórbico, y ácido eritóbico.

21. Un método según la reivindicación 6, en el que dicha homogeneización se lleva a cabo a una presión de al menos alrededor de 13.891 kPa (2.000 psig).

20 22. El método según la reivindicación 1, en el que dicho material de matriz comprende harina de trigo duro.

23. Un producto encapsulado obtenible según el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22.

25 24. El producto encapsulado según la reivindicación 23, que comprende peletes, comprendiendo cada pelete un revestimiento protector que rodea a una pluralidad de gotitas de aceite en el que dichas gotitas de aceite comprenden un aceite de pescado que contiene ácidos grasos omega-3, y las gotitas de aceite están encapsuladas en una proteína formadora de película, en el que las gotitas de aceite encapsuladas por la proteína están encapsuladas en un material de matriz plastificado, y el material de matriz plastificado está revestido por dicho revestimiento protector.