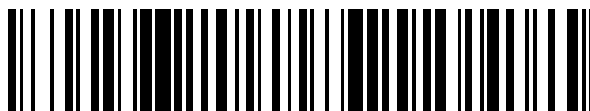


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 396**

51 Int. Cl.:

A23L 3/005

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.03.2014** **PCT/EP2014/056406**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.10.2014** **WO14173632**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2014** **E 14713489 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016** **EP 2988610**

54 Título: **Esterilización de productos heterogéneos mediante calentamiento óhmico**

30 Prioridad:

23.04.2013 EP 13164910

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

10.04.2017

73 Titular/es:

**UNILEVER N.V. (100.0%)
Weena 455
3013 AL Rotterdam, NL**

72 Inventor/es:

**BIALEK, JADWIGA, MALGORZATA;
INOUE, CHIHARU y
VREEKER, ROBERT**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 608 396 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

Esterilización de productos heterogéneos mediante calentamiento óhmico

5 Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un método de esterilización de productos heterogéneos usando calentamiento óhmico. Más específicamente, la invención se refiere a un método de esterilización mediante calentamiento óhmico de productos alimenticios heterogéneos que comprenden partículas sólidas dispersadas en una fase acuosa continua. La presente invención proporciona también productos heterogéneos esterilizados que pueden ser obtenidos mediante dicho método.

Antecedentes de la invención

La vida en almacenamiento de muchos productos, en particular productos alimenticios, está limitada por la presencia de microorganismos. El proceso más común para preservar productos del deterioro microbiano es la esterilización con calor. Sin embargo, el calentamiento puede tener efectos no deseables como cambios de color, forma, gusto, aroma y textura. Por lo tanto, es un reto mejorar los métodos de esterilización existentes de forma que el producto esterilizado retenga tantas de sus cualidades deseables como sea posible durante la esterilización. El calentamiento óhmico es un ejemplo de un método de esterilización en el que el tiempo y la temperatura de calentamiento se optimizan para minimizar la exposición del producto al calor. El calentamiento óhmico es un proceso en el que se hace pasar corriente eléctrica a través de materiales con el fin de calentarlos y esterilizarlos. En el calentamiento óhmico, no hay necesidad en principio de transferir calor a través de las superficies interfaciales sólido-líquido o en el interior de las partículas sólidas a través de una conducción térmica, ya que la energía se disipa directamente en el material. Como consecuencia, el calentamiento óhmico puede ser usado para calentar materiales a una velocidad extremadamente rápida y la profundidad de la penetración es virtualmente ilimitada. Por lo tanto, es posible también calentar sólidos o un material en forma de partículas y/o un material que tenga una viscosidad elevada, lo que apenas puede ser conseguido usando técnicas convencionales de calentamiento. La aplicabilidad del calentamiento óhmico depende de la conductividad eléctrica del producto que va a ser calentado. La mayoría de las preparaciones alimenticias contienen un porcentaje moderado de agua libre con sales iónicas disueltas y, por lo tanto, conducen lo suficientemente bien para que sea aplicado un calentamiento óhmico.

En el caso de que el producto tenga una conductividad eléctrica más o menos homogénea, el producto no experimenta un gradiente de temperaturas grande dentro de sí mismo a medida que se calienta, y el líquido y las partículas sólidas son calentados de forma virtualmente simultánea.

Sin embargo, muy pocos productos alimenticios líquidos o de tipo líquido son verdaderamente homogéneos. La mayoría de los productos alimenticios son heterogéneos y consisten en mezclas de una fase continua con partículas sólidas de diferentes naturalezas dispersadas en la misma. Los líquidos y las partículas sólidas normalmente tienen conductividades eléctricas diferentes, siendo habitualmente mucho menor la conductividad eléctrica de las partículas sólidas que la de la fase líquida. Esta diferencia de la conductividad eléctrica provoca generalmente que el líquido se caliente mucho más rápidamente que las partículas sólidas durante el calentamiento óhmico.

Para obtener una esterilización completa de un producto heterogéneo, las condiciones requeridas del proceso, por ejemplo, temperatura de esterilización mínima, deben ser aplicadas al punto de calentamiento más lento en el producto, que es habitualmente el centro de la partícula sólida más grande en el medio del producto que va a ser esterilizado. Este tratamiento con calor da lugar necesariamente a un sobrecalentamiento de la fase líquida, con el deterioro por calor consecuente de la fase líquida y la sobrecocción de la parte exterior de las partículas sólidas. Este problema limita el tamaño máximo de las partículas en un producto heterogéneo que va a ser esterilizado usando calentamiento óhmico.

Con el fin de superar este problema, se han hecho intentos de ajustar la conductividad eléctrica de la fase líquida continua a la de los constituyentes sólidos restantes de los productos heterogéneos que van a ser esterilizados.

El documento US 2008/0020110 A1 describe un proceso de esterilización usando calentamiento óhmico de productos alimenticios heterogéneos que comprenden al menos una fase líquida y partículas sólidas. El proceso descrito comprende una etapa de preparar una fase concentrada de líquido/partículas con una cantidad reducida de sal, una etapa de esterilización que incluye calentamiento óhmico, una etapa de mantenimiento de la fase concentrada durante un cierto tiempo a temperatura elevada, una etapa de enfriamiento de la fase concentrada y una etapa de envasado. La finalidad de reducir la salinidad de la fase concentrada es compensar la diferencia de la conductividad eléctrica de la fase líquida y las partículas sólidas que constituyen el producto alimenticio heterogéneo. Después de la fase de calentamiento, la fase concentrada se mezcla con una fase acuosa que comprende agua salada esterilizada para la formulación final de la mezcla heterogénea.

En otra propuesta para superar este problema, se han hecho intentos de alterar la conductividad eléctrica de materiales sólidos, para hacer coincidir más estrechamente la conductividad de la fase líquida continua. Wang and

Sastry (J. Food Eng., 20 1993 299-309 y J. Food Eng., 20 1993 311-323) describen el tratamiento de partículas de patatas con soluciones salinas antes del calentamiento óhmico.

Sarang et al. (J. Food Science E: Food Eng. Phys. Prop., 72(5) 2007 E227-E234) alteraron la conductividad eléctrica de alimentos sólidos mediante un pretratamiento de escaldado. Los constituyentes sólidos de comida preparada de pollo que comprende pollo, apio, brotes de soja, champiñones y castañas de agua fueron escaldados en salsa de soja altamente conductora a 100 °C para ajustar su conductividad eléctrica a la de la salsa de la comida preparada.

Los métodos de calentamiento óhmico que hacen coincidir las conductividades eléctricas de la fase líquida continua y las partículas sólidas dispersadas en la misma descritos en la técnica anterior comprenden múltiples etapas del proceso y/o un trabajo intensivo. Hay una necesidad continuada de métodos de esterilización menos complejos.

Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un método de calentamiento óhmico menos complejo para la esterilización de productos heterogéneos que retengan las cualidades deseables de producto recientemente preparado.

Sumario de la invención

Los presentes inventores han encontrado inesperadamente que el objetivo anterior se puede cumplir para productos heterogéneos que comprenden una fase acuosa líquida continua, partículas sólidas dispersadas en aceite, empleando gotitas dispersadas de una emulsión de agua en aceite (W_1/O) que contienen una fase acuosa interna W_1 que tiene una conductividad eléctrica mayor que la fase acuosa líquida continua, más en particular, empleando una concentración elevada de sal de metal alcalino disuelta en la fase acuosa interna.

Se encontró inesperadamente que como máximo una pequeña fracción de los iones disueltos contenidos en la fase acuosa interna de las gotitas de la emulsión W_1/O es liberada desde la emulsión durante el calentamiento óhmico. Por tanto, es posible esterilizar productos heterogéneos que comprenden partículas sólidas que tienen una conductividad eléctrica relativamente baja bajo condiciones de calentamiento óhmico óptimas reduciendo el contenido de sales de metales alcalinos de la fase acuosa continua y "ocultando" esta sal en la fase acuosa interna de las gotitas W/O que están dispersadas por todo el producto heterogéneo.

Sorprendentemente, se encontró que el metal alcalino contenido en la fase acuosa interna de las gotitas W_1/O es liberado sustancialmente a partir de las mismas en unos pocos días después de la esterilización. Por tanto, en unos pocos días después de la esterilización, el contenido de metales alcalinos del producto esterilizado es comparable al del producto preparado según la misma receta, pero sin usar gotitas dispersadas de la emulsión W_1/O .

Consecuentemente, los presentes inventores han desarrollado un proceso de esterilizar un producto heterogéneo que comprende partículas sólidas dispersadas en una fase acuosa líquida continua, comprendiendo dicho proceso:

- proporcionar un producto heterogéneo no esterilizado que comprende una fase acuosa continua, partículas sólidas dispersadas y gotitas dispersadas de una emulsión de agua en aceite (W_1/O) que contiene una fase acuosa interna W_1 , teniendo dicha fase acuosa interna W_1 una conductividad eléctrica superior a la de fase acuosa líquida continua;

- esterilizar el producto heterogéneo no esterilizado mediante calentamiento óhmico.

Este proceso ofrece la ventaja de que hace posible que productos heterogéneos que comprenden partículas sólidas sean esterilizados mediante calentamiento óhmico en una única etapa del proceso con un mínimo impacto del calentamiento.

Los presentes inventores proporcionan adicionalmente productos heterogéneos esterilizados, que pueden ser obtenidos mediante el proceso según la invención.

Descripción detallada de la invención

Consecuentemente, un primer aspecto de la invención se refiere a un proceso para esterilizar un producto heterogéneo no esterilizado, comprendiendo dicho proceso las etapas de:

- proporcionar un producto heterogéneo no esterilizado que comprende una fase acuosa continua, partículas sólidas dispersadas y gotitas dispersadas de una emulsión de agua en aceite (W_1/O) que contiene una fase acuosa interna W_1 , teniendo dicha fase acuosa interna W_1 una conductividad eléctrica superior a la de la fase acuosa líquida continua; y

- esterilizar el producto heterogéneo no esterilizado mediante calentamiento óhmico.

La expresión "calentamiento óhmico" como se usa en la presente memoria descriptiva se refiere a un proceso en el que el producto heterogéneo es calentado haciendo pasar una corriente eléctrica a través de dicho producto. El

proceso de calentamiento óhmico es citado a menudo en la bibliografía como efecto Joule, calentamiento con resistencia eléctrica, calentamiento con resistencia eléctrica directa, calentamiento eléctrico o calentamiento de conducción eléctrica. Estos términos se considera que son intercambiables. En lo que sigue, se usará la expresión “calentamiento óhmico”. El término “aceite”, como se usa en la presente memoria descriptiva, se refiere a lípidos seleccionados entre el grupo de triglicéridos, diglicéridos, monoglicéridos, fosfolípidos, ácidos grasos y sus combinaciones.

El término “emulsión”, como se usa en la presente memoria descriptiva, se refiere a una mezcla de dos o más líquidos inmiscibles de los que al menos un líquido (la fase dispersada) está dispersado en otro líquido (la fase continua). Ejemplos son emulsiones únicas como una fase aceitosa líquida dispersada en una fase acuosa (emulsión O/W o emulsión de aceite en agua), o una fase acuosa dispersada en una fase líquida (emulsión W/O o emulsión de agua en aceite). Son posibles también emulsiones dobles, que incluyen emulsiones de agua en aceite en agua (W/O/W) y emulsiones de aceite en agua en aceite (O/W/O).

En este documento y en sus reivindicaciones, el verbo “comprender” y sus conjugaciones se usan en su sentido no limitativo para indicar que están incluidos los aspectos siguen a la palabra, sin excluir aspectos que no están específicamente mencionados. Además, una referencia a un elemento mediante el artículo indefinido “uno” o “una” no excluye la posibilidad de que esté presente más de uno del elemento, salvo que el contexto requiera claramente que haya uno y solamente uno de los elementos. El artículo indefinido “uno” o “una” significa por tanto “al menos uno”.

El producto heterogéneo es preferiblemente un producto o bebida alimenticio heterogéneo. Ejemplos preferidos de productos y bebidas alimenticios heterogéneos que pueden ser esterilizados usando el proceso de la presente invención son sopas, salsas, aliños, mezclas de frutas en concentrados de zumos y de frutas. Incluso más preferiblemente, el producto heterogéneo es un producto alimenticio con sabor añadido seleccionado entre sopas, salsas y aliños.

Los constituyentes de la fase acuosa continua y las partículas sólidas dispersadas en la misma proceden normalmente de fuentes diferentes. Sin embargo, están previstos también los productos y bebidas de alimentos heterogéneos en los que los constituyentes de la fase acuosa continua y las partículas sólidas dispersadas en la misma proceden de la misma fuente. Ejemplos no limitativos de estos productos heterogéneos de una fuente única son tomates pelados en puré de tomate y melocotones en rodajas en zumo concentrado.

En el caso de que el producto que va a ser esterilizado sea un producto o bebida de alimento heterogéneo, las partículas sólidas se escogen preferiblemente entre el grupo que consiste en trozos de carne, verduras, frutas y sus combinaciones.

Las partículas sólidas dispersadas en la fase acuosa continua pueden ser partículas grandes o partículas pequeñas. Pueden ser heterogéneas y homogéneas con respecto a la composición. Como se explicó con anterioridad en la presente memoria descriptiva, las ventajas de la presente invención son particularmente apreciables a un tamaño de partículas aumentado de las partículas sólidas. Por tanto, en una realización preferida, el tamaño de las partículas sólidas es de al menos 20 μm , más preferiblemente entre 50 y 500 μm .

Las partículas sólidas grandes que han sido calentadas hasta la temperatura de esterilización durante el calentamiento óhmico pueden ser sobretratadas si las partículas esterilizadas no se enfrían suficientemente rápido después del calentamiento óhmico. El tamaño máximo de las partículas sólidas en el producto heterogéneo que pueden ser esterilizadas usando el método de la presente invención, por lo tanto, está limitado y depende, entre otras cosas, de la conductividad térmica de las partículas sólidas. En una realización preferida, el producto heterogéneo no esterilizado contiene menos de 5% p, más preferiblemente menos de 2% p y, lo más preferiblemente menos de 1% p de partículas sólidas que tienen un diámetro de más de 20 μm .

Las partículas sólidas tienen normalmente una densidad entre 0,85 y 1,25 g/cm^3 . Las partículas sólidas pueden tener una forma seleccionada entre el grupo que consiste en cúbica, esférica, axialmente alargada, rectangular, hilos, briznas, rodajas, laminillas y sus combinaciones.

Como se explica con anterioridad en la presente memoria descriptiva, se puede obtener un perfil de temperaturas uniforme durante el calentamiento óhmico de productos heterogéneos que comprenden una fase acuosa líquida continua y partículas sólidas dispersadas en la misma cuando la conductividad eléctrica de las partículas sólidas coincide estrechamente con la conductividad de la fase acuosa continua que las rodea.

La conductividad eléctrica y su dependencia de la temperatura para diferentes partículas de alimentos sólidos durante el calentamiento óhmico se describe por Sarang et al. (J. Food Eng. 87 2008 351-356).

La fase acuosa continua del producto heterogéneo no esterilizado tiene preferiblemente una conductividad eléctrica entre 0,01 $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ y 1,25 $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$, preferiblemente entre 0,02 $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ y 1,0 $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ a una temperatura de 25 $^{\circ}\text{C}$. La conductividad eléctrica de la fase acuosa continua y el producto heterogéneo puede ser manipulada añadiendo una

sal de metal alcalino o diluyendo con un líquido acuoso que tenga una conductividad eléctrica. Entre dentro de los conocimientos de un experto en la técnica el ajuste de la conductividad eléctrica hasta el valor necesario.

- 5 La relación de la conductividad eléctrica de las partículas sólidas respecto a la conductividad eléctrica de la fase acuosa continua en el producto heterogéneo no esterilizado es preferiblemente entre 0,7 y 2,3, más preferiblemente es entre 0,85 y 1,15, incluso más preferiblemente entre 0,95 y 1,05.

- 10 La conductividad eléctrica de la fase acuosa continua del producto heterogéneo no esterilizado es al menos 10 veces inferior, preferiblemente al menos 30 veces inferior y, lo más preferiblemente, al menos 100 veces inferior a la conductividad eléctrica de la fase acuosa interna W_1 .

En una realización preferida, la relación preferida, la relación en peso de la fase acuosa continua W_1 y la fase aceitosa en las gotitas dispersadas de emulsión W_1/O está dentro del intervalo de 1:4 a 4:1.

- 15 El producto no heterogéneo no esterilizado comprende ventajosamente entre 2 y 70% p de las gotitas dispersadas de la emulsión W_1/O . Las gotitas de la emulsión W_1/O tienen preferiblemente un diámetro medio pesado en volumen entre 5,0 y 35 μm , más preferiblemente entre 6,0 y 25 μm y, lo más preferiblemente, entre 7,0 y 15 μm .

- 20 El producto heterogéneo puede ser una dispersión concentrada de partículas sólidas en una fase acuosa continua. Sin embargo, las ventajas de la invención se pueden realizar igualmente con una dispersión diluida de partículas sólidas. Normalmente, el producto heterogéneo no esterilizado comprende al menos 5% p, más preferiblemente entre 10 y 75% p de las partículas sólidas.

En una realización particularmente preferida, el producto heterogéneo no esterilizado se prepara:

- 25 - proporcionando una emulsión de agua en aceite en agua ($W_1/O/W_2$) no esterilizada que comprende una fase acuosa interna W_1 que comprende cationes de metales alcalinos, una fase acuosa externa W_2 y una fase aceitosa que separa la fase acuosa interna W_1 y la fase acuosa externa W_2 ; y

- 30 - combinando la emulsión $W_1/O/W_2$ con las partículas sólidas y, opcionalmente, otros ingredientes.

Para fines de claridad, la fase acuosa interna dispersada en la fase aceitosa de una emulsión W/O o una emulsión $W/O/W$ se citará como " W_1 ", mientras que la fase acuosa externa de una emulsión $W/O/W$ se citará como " W_2 ". La etapa de combinar la emulsión $W_1/O/W_2$ con partículas sólidas y, opcionalmente, otros ingredientes, se puede realizar adecuadamente mediante procedimientos diferentes. A continuación se enumeran ejemplos de estos procedimientos:

- 35 - combinar la emulsión $W_1/O/W_2$ con un líquido acuoso que contiene las partículas sólidas y, opcionalmente, otros ingredientes;

- 40 - combinar la emulsión $W_1/O/W_2$ con las partículas sólidas y otros ingredientes como, por ejemplo, un líquido acuoso;

- combinar la emulsión $W_1/O/W_2$ con las partículas sólidas.

- 45 La emulsión $W_1/O/W_2$ empleada en el presente proceso puede ser preparada usando técnicas conocidas en el estado de la técnica. Normalmente, se añade un emulsionante a la fase aceitosa, preferiblemente con agitación y, si es necesario, con calentamiento. Se añade agua que comprende una sal de metal alcalino y la mezcla es mezclada a fondo para producir una emulsión W_1/O . Seguidamente, la emulsión W_1/O se combina con una fase acuosa y la combinación se mezcla a fondo para producir la emulsión $W_1/O/W_2$. La fase acuosa externa W_2 puede comprender ingredientes como sales disueltas, agentes osmóticos, emulsionantes, espesantes y otros componentes necesarios para la aplicación prevista del producto esterilizado. La emulsión $W_1/O/W_2$ puede ser producida adecuadamente usando un homogeneizador convencional, molino coloidal, dispositivo de ultrasonidos, emulsionante de membrana de flujo transversal, mezclador estático o dispositivo de microfluidización.

- 55 La emulsión $W_1/O/W_2$ empleada en el presente proceso tiene preferiblemente una fase dispersa W_1/O con gotitas que tienen un diámetro pesado en volumen entre 5,0 y 35 μm , más preferiblemente entre 6,0 y 25 μm y, lo más preferiblemente, entre 7,0 y 15 μm . La fase acuosa W_1 dispersada en la fase aceitosa tiene preferiblemente un diámetro medio pesado en volumen entre 0,5 y 6 μm , más preferiblemente entre 1,0 y 5,0 μm y, lo más preferiblemente, entre 1,5 y 4 μm .

- 60 En una realización preferida, la fase acuosa interna W_1 constituye entre 3 y 50%, más preferiblemente entre 5 y 48% y, lo más preferiblemente, entre 10 y 46% en peso de la emulsión $W_1/O/W_2$.

- 65 En otra realización preferida, la emulsión $W_1/O/W_2$ contiene entre 5 y 50% p de aceite, mas preferiblemente entre 6 y 30% p de aceite y, lo más preferente, entre 7 y 25% p de aceite basado en el peso total emulsión $W_1/O/W_2$.

Todavía en otra realización preferida, la fase acuosa externa W_2 de la emulsión $W_1/O/W_2$ no esterilizada constituye entre 20 y 90%, más preferiblemente entre 30 y 80% y, lo más preferiblemente, entre 35 y 70% en peso de dicha emulsión.

5 Los triglicéridos representan preferiblemente al menos 60% p, más preferiblemente al menos 80% p y, lo más preferiblemente, al menos 90% p del aceite contenido en la emulsión $W_1/O/W_2$.

10 La fase aceitosa comprende ventajosamente aceites comestibles. Los aceites comestibles que pueden ser adecuados para ser aplicados en la fase aceitosa de la emulsión $W_1/O/W_2$ incluyen aceite de semilla algodón, aceite de oliva, aceite de palma, aceite de soja, aceite de canola (aceite de colza), aceite de semilla de calabaza, aceite de maíz, aceite de girasol, aceite de cártamo, aceite de cacahuete, aceite de semilla de uva, aceite de sésamo, aceite de fibra de arroz, aceite de palmiste, aceite de coco, aceite de aguacate, aceite de pescado y sus combinaciones.

15 En una realización preferida, la conductividad eléctrica de la fase acuosa externa W_2 es al menos 10 veces inferior, preferiblemente al menos 30 veces inferior y, lo más preferiblemente, al menos 100 veces inferior a la conductividad eléctrica de la fase acuosa interna W_1 .

20 Como se indicó anteriormente, el producto heterogéneo no esterilizado puede ser combinando la emulsión $W_1/O/W_2$ con partículas sólidas por sí mismas y, opcionalmente, otros ingredientes como un líquido acuoso. Alternativamente, el producto heterogéneo no esterilizado puede prepararse combinando la emulsión $W_1/O/W_2$ con un líquido acuoso que contiene las partículas sólidas.

25 La combinación de la emulsión $W_1/O/W_2$ con un líquido acuoso ofrece la ventaja de que la emulsión $W_1/O/W_2$ puede ser preparada bajo condiciones óptimas (estabilidad elevada y contenido elevado de cationes de metales alcalinos en la fase acuosa interna). Los componentes disueltos o partículas pequeñas que pueden afectar adversamente a la preparación de la emulsión $W_1/O/W_2$ son incorporados ventajosamente en un líquido acuoso que está combinado con la emulsión $W_1/O/W_2$. Este líquido acuoso puede contener las partículas sólidas que están combinadas con la emulsión $W_1/O/W_2$. Por tanto, en una realización preferida, el producto heterogéneo no esterilizado se prepara combinando la emulsión $W_1/O/W_2$ con partículas sólidas y líquido acuoso.

30 El líquido acuoso que es añadido a la emulsión $W_1/O/W_2$ puede comprender ingredientes como sales disueltas, agentes osmóticos, espesantes y otros componentes necesarios para la aplicación prevista del producto esterilizado. Según una realización incluso más preferida, el producto heterogéneo no esterilizado se prepara combinando la emulsión $W_1/O/W_2$ con un líquido acuoso que comprende las partículas sólidas.

35 Para muchos productos heterogéneos, en particular alimenticios heterogéneos como sopas y salsas, la cantidad de sal de metal alcalino necesaria para obtener un calentamiento homogéneo tanto para la fase acuosa continua como la para las partículas sólidas del producto heterogéneo no es suficiente para proporcionar al producto sus propiedades deseadas. La cantidad adicional de sal de metal alcalino que es necesaria para proporcionar al producto heterogéneo las propiedades necesarias, por lo tanto, se disuelve en la fase acuosa interna W_1 de forma que el producto heterogéneo no esterilizado en su conjunto tenga la concentración necesaria de sal de metal alcalino global.

40 En una realización ventajosa, la fase acuosa interna W_1 tiene un contenido de metal alcalino de al menos 2% p. Más preferiblemente, la fase acuosa interna W_1 comprende al menos 3% p, incluso más preferiblemente al menos 3,5% p y, lo más preferiblemente, al menos 4% p de catión de metal alcalino por peso de dicha fase acuosa interna.

45 El catión de metal alcalino es preferiblemente un catión de un metal alcalino seleccionado entre el grupo que consiste en sodio, potasio y sus combinaciones. Los cationes de metales alcalinos según la presente invención están presentes normalmente en la forma de sales disueltas. En una realización preferida, los cationes de metales alcalinos son aplicados en la forma de sales de metales alcalinos disueltas seleccionadas entre el grupo que consiste en cloruro de potasio, cloruro de sodio y sus combinaciones. La fase acuosa interna W_1 comprende preferiblemente al menos 5% p, más preferiblemente al menos 8% p de metales alcalinos disueltos por peso de dicha fase acuosa interna.

50 En una realización preferida, la cantidad de catión de metal alcalino contenido en la fase acuosa interna W_1 de la emulsión $W_1/O/W_2$ es igual al menos a 0,5%, más preferiblemente al menos 1% y lo más preferiblemente al menos 1,5% en peso de la dicha emulsión.

55 En otra realización preferida, la cantidad de catión de metal alcalino contenido en la fase acuosa interna W_1 del producto heterogéneo no esterilizado es igual al menos a 0,1%, preferiblemente al menos 0,3%, incluso más preferiblemente al menos 0,5% y, lo más preferiblemente, al menos 0,8% en peso de dicho producto heterogéneo.

60 El producto heterogéneo así como la emulsión $W_1/O/W_2$ contiene preferiblemente un emulsionante de agua en aceite (W/O). El volumen de este emulsionante W/O está presente preferiblemente en la superficie interfacial entre la

fase acuosa interna (W_1) y la fase aceitosa de la emulsión $W_1/O/W_2$. Los emulsionantes W/O facilitan la formación de la emulsión W_1/O y también ayudan a evitar la desestabilización de la emulsión $W_1/O/W_2$ o el producto heterogéneo antes o durante el calentamiento óhmico. El emulsionante W/O tiene preferiblemente un valor del balance hidrófilo-lipófilo (HLB) de menos de 9, preferiblemente menos de 6,5, incluso más preferiblemente entre 1 y 5.

5 Ejemplos no limitativos de emulsionantes W/O incluyen polirricinoleato de poliglicerol (PGPR), monoestearato de sorbitán, éster de ácido acético y monoglicéridos, proteínas lácteas y sus combinaciones. El emulsionante interno preferido para ser usado en el proceso según la presente invención es PGPR.

10 El emulsionante W/O es aplicado normalmente en una cantidad entre 1,5 y 15% p, preferiblemente entre 2,0 y 12,0% p y, lo más preferiblemente, entre 4,0 y 11,0% p, basado en el peso de la fase aceitosa de la emulsión W_1/O .

El producto heterogéneo así como la emulsión $W_1/O/W_2$ contiene preferiblemente un emulsionante de aceite en agua (O/W). En el caso del producto heterogéneo, la mayor parte del emulsionante O/W está presente preferiblemente en la superficie interfacial entre la fase acuosa líquida continua y la fase aceitosa de las gotitas de emulsión W_1/O . En el caso de la emulsión $W_1/O/W_2$, se prefiere que la mayor parte del emulsionante O/W esté presente en la superficie interfacial entre la fase acuosa externa (W_2) y la fase aceitosa de la emulsión $W_1/O/W_2$. Los emulsionantes O/W facilitan la formación de la emulsión $W_1/O/W_2$ y ayudan también a evitarla desestabilización de la emulsión $W_1/O/W_2$ o el producto heterogéneo antes o durante el calentamiento óhmico. El emulsionante O/W tiene preferiblemente un valor del HLB de al menos 9, más preferiblemente 11 e incluso más preferiblemente entre 12 y 18.

Ejemplos no limitativos de emulsionantes O/W incluyen fosfolípidos, yema de huevo, yema de huevo modificada con enzimas, polisorbatos y sus combinaciones. El emulsionante O/W preferido para ser usado en el proceso según la invención se selecciona entre yema de huevo y yema de huevo modificada con enzimas.

El emulsionante O/W es empleado normalmente en una cantidad entre 1,0 y 7,0% p, preferiblemente entre 1,5 y 6,0% p y, lo más preferiblemente, entre 3,0 y 5,5% p, basado en el peso total de la emulsión $W_1/O/W_2$.

30 La estabilidad de las emulsiones $W_1/O/W_2$ puede estar afectada por una diferencia en la osmolalidad entre las fases acuosas W_1 y W_2 . La osmolalidad se define como el número de osmoles de soluto por kilogramo de disolvente (Osm/kg) y es una medida de la concentración de soluto total en una fase líquida.

Las elevadas concentraciones de sales en la fase interna de la emulsión $W_1/O/W_2$ puede conducir a una diferencia sustancial de la osmolalidad entre las fases acuosas de la emulsión $W_1/O/W_2$. Esta diferencia de osmolalidad puede contribuir a la desestabilización de la emulsión y proporciona una fuerza conductora para el desplazamiento de agua desde la fase acuosa externa W_2 hasta la fase acuosa interna W_1 . Este fenómeno no deseable puede ser atenuado añadiendo solutos a la fase acuosa externa. Preferiblemente, estos solutos incluyen componentes solubles en agua que no contribuyen grandemente a la conductividad eléctrica de la fase acuosa externa W_2 . Ejemplos de solutos adecuados con una conductividad eléctrica baja incluyen hidratos de carbono como monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos, alcoholes de azúcares y formas hidrogenadas de estos hidratos de carbono y sus combinaciones.

En una realización preferida, la osmolalidad de la fase acuosa externa W_2 y la osmolalidad de la fase acuosa interna W_1 de la emulsión $W_1/O/W_2$ difiere en no más de un factor 2, más preferiblemente no más de un factor 1,5 y, lo más preferiblemente, en no más de un factor 1,2.

El calentamiento óhmico del producto heterogéneo no esterilizado según la invención se puede realizar con una instalación convencional de calentamiento óhmico. El producto heterogéneo no esterilizado puede ser opcionalmente precalentado usando métodos de calentamiento convencionales antes de la introducción en la primera unidad de calentamiento, por ejemplo, a una temperatura entre 40 y 100 °C. En la unidad de calentamiento óhmico, preferiblemente, se hace pasar una corriente eléctrica alterna a través del producto heterogéneo.

Las temperaturas de esterilización típicas son de 120-140 °C. Opcionalmente, se puede usar una secuencia de dos o más unidades de calentamiento óhmico. Preferiblemente, el tiempo de residencia en una unidad de calentamiento óhmico es entre 1 y 60 segundos.

Después de salir de la unidad de calentamiento óhmico, la temperatura de esterilización se mantiene durante un cierto tiempo de residencia en un tubo de mantenimiento para completar la esterilización. Los tiempos de residencia típicos en el tubo de mantenimiento son entre 5 y 1.000 segundos, preferiblemente entre 10 y 200 segundos.

El producto esterilizado es posteriormente enfriado a una temperatura entre 20 y 60 °C con el fin de evitar la sobrecocción del producto. El enfriamiento se puede conseguir también combinando el producto esterilizado caliente con un líquido acuoso frío esterilizado.

Habitualmente, se usa una corriente eléctrica alterna (AC) combinada con electrodos químicamente inertes en la unidad de calentamiento para evitar la posibilidad de reacciones electroquímicas adversas. Por ejemplo, se pueden

usar carbono, oro, platino y óxidos metálicos como óxido de iridio y óxido de rutenio como un material de electrodo adecuado. Las frecuencias típicas aplicadas para la corriente alterna son 50-60 Hz, de forma que se pueda usar un suministro de potencia/instalaciones públicas.

- 5 El calor generado en un producto que es producido mediante calentamiento óhmico puede ser descrito como sigue:

$$Q = I^2 \cdot R = \sigma \cdot V^2$$

en la cual:

10

Q = potencia generada, en vatios [W]

I = corriente, en amperios [A]

15

R = resistencia eléctrica, en ohmios [Ω]

V = voltaje, en voltios [V]

σ = conductividad eléctrica, en siemens por metro [$S \cdot m^{-1}$]

20

La relación entre el calor generado y el aumento de la temperatura se puede describir de la manera siguiente:

$$Q' = \eta \cdot Q = m \cdot c_p^2 \cdot \Delta T$$

25

en la cual:

Q' = potencia convertida en calor, en vatios [W]

η = eficacia de conversión, [-]

30

m = flujo de masa de producto alimenticio en kilogramos por segundo [$kg \cdot s^{-1}$]

c_p = capacidad calorífica, en kilojulios por kilogramo por grado kelvin [$kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$]

35

ΔT = aumento de la temperatura de la emulsión $W_1/O/W_2$, en grados kelvin [$^{\circ}K$]

En una realización preferida, la capacidad calorífica de la emulsión $W_1/O/W_2$ es entre 2,3 y 4,1 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$, más preferiblemente entre 2,8 y 3,9 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ y, lo más preferiblemente, entre 3,2 y 3,7 $kJ \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$.

40

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un producto heterogéneo esterilizado, que puede ser obtenido mediante el proceso según cualquiera de los que anteceden. Este producto heterogéneo esterilizado es preferiblemente biológicamente estable durante al menos 6 meses.

Los siguientes ejemplos están previstos para ilustrar adicionalmente la invención y algunas de sus realizaciones preferidas sin pretender limitar su alcance.

45

Ejemplos

Ejemplo 1: preparación de una emulsión $W_1/O/W_2$

50

Se disolvieron 0,80 gramos de cloruro de sodio en 10,87 gramos de agua usando una probeta y un agitador magnético para formar una solución acuosa de NaCl al 6,86% p. Posteriormente se mezclaron 22,87 gramos de aceite de girasol y 2,29 gramos de polirricinoleato de poliglicerol (PGPR, obtenido de la empresa Danisco, Grindsted PGPR 90) en una probeta a 60 $^{\circ}C$ usando un agitador magnético. A una tercera probeta se añadieron 23,33 gramos de la fase aceitosa O y 11,67 gramos de la solución acuosa de NaCl y la mezcla se calentó a 60 $^{\circ}C$ y se agitó durante 10 minutos a 60 $^{\circ}C$ usando un mezclador de cizallamiento elevado Silverson a 8.000 rpm para producir una emulsión W_1/O .

55

A otra probeta se añadieron 36,4 gramos de agua y 0,065 gramos de xantano (Grindsted Clear 200 obtenido de la entidad Danisco). A esta mezcla se añadieron 25,34 gramos de D-sorbitol (agente osmótico) y 3,25 gramos de yema de huevo (emulsionante externo) bajo agitación continua usando un agitador magnético. La mezcla resultante se agitó durante 3 minutos a 20 $^{\circ}C$ usando un mezclador de cizallamiento elevado Silverson a 6.000 rpm para formar una fase acuosa W_2 .

60

En una etapa posterior, se añadieron lentamente 35 gramos de la emulsión W_1/O a 65 gramos de la fase acuosa W_2 y la mezcla se agitó en un mezclador Keenwood Chef (KM2000) a un cizallamiento máximo durante 10 minutos. Se obtuvo una emulsión $W_1/O/W_2$. La composición final de la emulsión $W_1/O/W_2$ se proporciona en la tabla 1 (Ej 1) del ejemplo 2. Esta emulsión $W_1/O/W_2$ tenía un diámetro medio de gotitas de la fase dispersada W_1/O de 50 μm , según se determinó usando microscopía óptica.

Ejemplo 2: estabilidad térmica de sopas modelos

Se repitió el ejemplo 1 (Ej 1) dos veces usando una cantidad diferente del emulsionante interno en la fase aceitosa O y NaCl en las dos fases acuosas (testigo "+") o sin NaCl en las dos fases acuosas (testigo "-").

Las composiciones de las diferentes emulsiones $W_1/O/W_2$ se proporcionan en la tabla 1.

Tabla 1: Composiciones de emulsiones $W_1/O/W_2$

Fase	Componente	Ej 1	Testigo +	Testigo -
W_1	Agua	10,87	11,59	11,59
	NaCl	0,80	0,081	-
O	Aceite de girasol	22,9	22,9	22,9
	PGPR	2,29	0,46	0,46
W_2	Agua	36,4	35,6	36,3
	D-sorbitol	25,3	25,3	25,3
	Yema de huevo	3,25	3,25	3,25
	Xantano	0,065	0,065	0,065
	NaCl	-	0,73	-
Total [g]		101,9	100,0	99,9

Antes de someter las emulsiones a calentamiento óhmico a diferentes temperaturas, las emulsiones Ej 1 y Testigo "+" y "-" se diluyeron 7,3 veces usando una solución acuosa de NaCl al 0,1% p y xantano al 0,1% p en agua desmineralizada, para producir una sopa modelo.

La conductividad eléctrica de las sopas modelos durante el calentamiento óhmico se calculó a partir de la corriente eléctrica y el voltaje eléctrico a diversas temperaturas en el intervalo de 20-95 $^{\circ}\text{C}$. Los resultados de estas mediciones se muestran en la tabla 2.

Tabla 2: Conductividades eléctricas (E.C.) de sopas modelos como una función del aumento de la temperatura por calentamiento óhmico

Ej 1		Testigo +		Testigo -	
T [$^{\circ}\text{C}$]	E.C. [mS/cm]	T [$^{\circ}\text{C}$]	E.C. [mS/cm]	T [$^{\circ}\text{C}$]	E.C. [mS/cm]
21,6	2,2	20,9	3,6	21,9	2,3
28,9	2,6	30,0	4,1	29,5	2,6
39,1	2,9	39,8	4,8	40,0	2,9
48,4	3,2	51,2	5,6	48,4	3,2
60,8	3,6	65,1	6,8	59,9	3,6
65,4	3,8	72,0	7,2	68,2	4,0
70,1	3,9	80,0	7,9	77,7	4,5
74,8	4,1	92,7	8,9	89,2	4,8
80,3	4,3			96,4	5,1
85,0	4,6				
90,2	4,8				
95,2	5,1				

Como se puede deducir de la tabla 2, la conductividad eléctrica como una función de la temperatura para la emulsión “Ej 1” era similar a la de la emulsión “Testigo -” indicando que no hubo pérdida de sal de la fase acuosa interna W_1 a la fase acuosa externa W_2 durante el calentamiento.

5 Ejemplo 3: Estabilidad térmica de la emulsión $W_1/O/W_2$ como una función del tiempo

En este ejemplo, la estabilidad de la emulsión “Ej 1” (véase el ejemplo 2) a ciertas temperaturas se determinó como una función del tiempo. Para esta finalidad se determinó la conductividad eléctrica final a una cierta temperatura después de un tiempo de residencia considerable. Esta estabilidad eléctrica final se denomina $E.C._{\infty}$.

10 La conductividad eléctrica relativa a temperaturas de 20 y 50 °C, según se define mediante $E.C._{relativa, t} = (E.C._t - E.G._{t=0}) / (E.C._{\infty} - E.C._{t=0})$ como una función del tiempo de residencia t para la emulsión “Ej 1” se da en la tabla 3.

15 La conductividad eléctrica relativa $E.C._{relativa, t}$ es una medida de la fracción de sal liberada desde la fase acuosa interna W_1 . Los datos en la tabla 3 demuestran claramente que la emulsión “Ej 1” es estable durante al menos 3 h a una temperatura de 50 °C.

Tabla 3: Conductividad eléctrica relativa ($E.C.$) para la emulsión “Ej 1” como una función del tiempo de residencia

	20 °C	50 °C
Tiempo de residencia t [h:min]	$E.C._{relativa, t}$ [-]	$E.C._{relativa, t}$ [-]
0:30	0,01	0,11
1:00	0,03	0,24
1:30	0,13	0,30
2:00	0,17	0,34
2:30	0,19	0,36
3:00	---	0,41

20 Ejemplo 4: Estabilidad térmica de emulsiones $W_1/O/W_2$ como una función del tiempo después de una dilución

En este ejemplo, se ensayó la estabilidad de la emulsión “Ej 1” (véase el ejemplo 2) a ciertas temperaturas como una función del tiempo después de una dilución. Para esta finalidad, la emulsión “Ej 1” se diluyó 10 veces con una solución acuosa de NaCl al 0,1% p y xantano al 0,1% p en agua desmineralizada. Se determinó la conductividad eléctrica final ($E.C.$) obtenida después de 2,5 h a cierta temperatura.

Tabla 4: Conductividad eléctrica después de 2,5 h a diferentes temperaturas

	20 °C	50 °C
$E.C.$ después de 2,5 h	0,192 mS/cm	0,365 mS/cm

30 Estos resultados muestran que también después de una dilución se produjo poca pérdida de sal en la fase acuosa interna de la emulsión “Ej 1”.

Ejemplo 5: Calentamiento óhmico de sopas modelos

35 Las emulsiones $W_1/O/W_2$ como se definen en la tabla 1 se prepararon según el procedimiento proporcionado en el ejemplo 1. Estas emulsiones se almacenaron durante una semana a 5 °C. En cada caso, se diluyeron 170 gramos de emulsión $W_1/O/W_2$ con 1.030 gramos de una solución acuosa de NaCl al 0,1% p y xantano al 0,1% p para producir una sopa modelo.

40 Las sopas modelos así obtenidas se esterilizaron mediante calentamiento óhmico en una instalación simuladora de calentamiento óhmico con una celda de calentamiento óhmico que tenía una capacidad de 1,2 litros. Las temperaturas y los tiempos de residencia durante el calentamiento óhmico se proporcionan en la tabla 5.

Tabla 5: Perfil de temperatura durante el calentamiento óhmico

Temperatura inicial [°C]	Temperatura intermedia [°C]	1º Tiempo de residencia [s]	Temperatura final [°C]	Tiempo de residencia final [s]
20	100	60	135	60

Las conductividades eléctricas (E.C.) de las tres emulsiones $W_1/O/W_2$ se midieron después del tiempo de residencia final a 135 °C. Los resultados se proporcionan en la tabla 6.

Tabla 6: Conductividades eléctricas de sopas modelos esterilizadas

	Sopa Modelo "Ej 1"	Sopa Modelo "Testigo -" (sin sal)	Sopa Modelo "Testigo +" (con sal)
E.C. a 135°C	9,1 mS/cm	7,4 mS/cm	15,7 mS/cm

5 Como se puede deducir de la tabla 6, la conductividad eléctrica de la sopa modelo basada en emulsión "Ej 1" es parecida a la de la sopa modelo basada la emulsión "Testigo -" $W_1/O/W_2$. Esto significa que durante el calentamiento óhmico la emulsión "Ej 1" retuvo la mayor parte de la sal contenida en la fase acuosa interna.

10 Ejemplo 6: Esterilización óhmica de productos con sabor añadido

En este ejemplo, se esterizaron dos productos heterogéneos con sabor añadido de la misma composición global por medio de calentamiento óhmico. Un producto se prepara usando la emulsión "Ej 1" para ocultar algo de la sal mientras que el otro producto (Testigo) se prepara añadiendo una emulsión O/W que se preparó a partir de los
15 mismos ingredientes que la emulsión Ej 1. Las formulaciones de los dos productos se muestran en la tabla 7.

Tabla 7: Composición alimenticia con sabor añadido

	[g]
Agua	884
Almidón	8
Base de ternera	6
Zanahoria picada	72
Apionabo picado	60
Concentrado de tomate	50
Emulsión ("Ej 1" o O/W)	120

20 La conductividad eléctrica de las partículas de verduras es sustancialmente inferior a la conductividad eléctrica del líquido portador o el producto testigo mientras que la conductividad eléctrica de las partículas de verduras es comparable a la del líquido portador del producto que comprende la emulsión $W_1/O/W_2$.

Los dos productos son esterilizados por medio de calentamiento óhmico para conseguir el mismo nivel de esterilidad. Se encontró que el producto preparado con la emulsión $W_1/O/W_2$ Ej 1 puede ser esterilizado hasta el
25 nivel requerido de esterilidad con menos aporte de calor que le producto Testigo.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso para esterilizar un producto heterogéneo no esterilizado, comprendiendo dicho proceso las etapas de:
 - 5 - proporcionar un producto heterogéneo no esterilizado que comprende una fase acuosa continua, partículas sólidas dispersadas y gotitas dispersadas de una emulsión de agua en aceite (W_1/O) que contiene una fase acuosa interna W_1 , teniendo dicha fase acuosa interna W_1 una conductividad eléctrica superior a la de fase acuosa líquida continua; y
 - 10 - esterilizar el producto heterogéneo no esterilizado mediante calentamiento óhmico.
2. Proceso según la reivindicación 1, en el que la relación en peso de la fase acuosa interna W_1 y la fase aceitosa en las gotitas dispersadas de la emulsión W_1/O está en el intervalo 1:4 a 4:1.
- 15 3. Proceso según la reivindicación 1 ó 2, en el que la relación de la conductividad eléctrica de las partículas sólidas respecto a la conductividad eléctrica de la fase acuosa continua en el producto heterogéneo no esterilizado está entre 0,7 y 1,3.
4. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que producto heterogéneo no esterilizado
20 contiene al menos 2% p de las gotitas dispersadas de la emulsión W_1/O .
5. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el producto heterogéneo no esterilizado contiene al menos 5% p de las partículas sólidas.
- 25 6. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el producto heterogéneo no esterilizado se prepara:
 - proporcionando una emulsión de agua en aceite en agua ($W_1/O/W_2$) que comprende una fase acuosa interna W_1 que comprende cationes de metales alcalinos, una fase acuosa externa W_2 y una fase aceitosa que separa la fase
30 acuosa interna W_1 y la fase acuosa externa W_2 ;
 - combinando la emulsión $W_1/O/W_2$ con partículas sólidas y, opcionalmente, otros ingredientes para producir un producto heterogéneo no esterilizado; y
 - 35 - esterilizando el producto heterogéneo no esterilizado mediante calentamiento óhmico.
7. Proceso según la reivindicación 6, en el que la fase acuosa interna W_1 tiene un contenido de catión de metal alcalino de al menos 2% p.
- 40 8. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 6 ó 7, en el que la cantidad de catión de metal alcalino contenido en la fase interna W_1 de la emulsión $W_1/O/W_2$ es igual al menos a 0,3% de catión de metal alcalino por peso de dicha emulsión.
9. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el que la conductividad eléctrica de la fase acuosa
45 externa W_2 es al menos 10 veces inferior a la conductividad eléctrica de la fase acuosa interna W_1 .
10. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 6-9, en el que la osmolalidad de la fase acuosa externa W_2 y la osmolalidad de la fase acuosa interna W_1 difiere en no más de un factor 2.
- 50 11. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 6-10, en el que la emulsión $W_1/O/W_2$ contiene 5-50% p de aceite basado en el peso total de la emulsión $W_1/O/W_2$.
12. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 6-11, en el que la fase acuosa interna W_1 constituye 3-
55 50% en peso de la emulsión $W_1/O/W_2$.
13. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 6-12, en el que la fase acuosa externa W_2 constituye 20-
90% en peso de la emulsión $W_1/O/W_2$.
14. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el producto heterogéneo no
60 esterilizado comprende 5-80% p de partículas sólidas que tienen un diámetro de al menos 20 μm .
15. Un producto heterogéneo esterilizado, obtenido mediante un proceso según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.