

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 760**

51 Int. Cl.:

A23J 1/20 (2006.01)

A23J 3/08 (2006.01)

A23L 33/19 (2006.01)

A23L 2/66 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.12.2020** **PCT/EP2020/087988**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.07.2021** **WO21136785**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2020** **E 20841736 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2024** **EP 4084623**

54 Título: **Método de producción de nanogeles de proteína de suero de leche densos, los nanogeles o composiciones de nanogeles de proteína de suero de leche resultantes, y uso de tales nanogeles o composiciones de nanogeles de proteína de suero de leche**

30 Prioridad:

30.12.2019 EP 19220144

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

03.10.2024

73 Titular/es:

ARLA FOODS AMBA (100.0%)

Sønderhøj 14

8260 Viby J, DK

72 Inventor/es:

NIELSEN, SØREN BANG;

JÆGER, TANJA CHRISTINE;

JENSEN, LINDA BONDE y

PARJIKOLAEI, BEHNAZ RAZI

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 980 760 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

Método de producción de nanogeles de proteína de suero de leche densos, los nanogeles o composiciones de nanogeles de proteína de suero de leche resultantes, y uso de tales nanogeles o composiciones de nanogeles de proteína de suero de leche

Campo de la invención

La presente invención se refiere a la producción de nanogeles de proteína de suero de leche especiales mediante desnaturalización de la proteína de suero de leche y, además, a los nanogeles de proteína de suero de leche resultantes y a su uso en productos alimenticios, tales como bebidas. Los presentes nanogeles de proteína de suero de leche aportan una aportación de viscosidad extraordinariamente baja cuando se usan en alta concentración en productos líquidos y de bebida, que es una indicación clara de su singularidad.

Antecedentes

La formación de micropartículas o nanopartículas de proteína de suero de leche desnaturalizada se ha descrito previamente y se conoce como una forma de modificar la funcionalidad de las proteínas de suero de leche.

El documento US 6.605.311 B2 da a conocer partículas de proteína insolubles, desnaturalizadas y termoestables que tienen un diámetro medio de 0,1-3 micrómetros cuando están en un estado hidratado, que son dispersables en disoluciones acuosas y se usan en productos alimenticios y de bebida.

El documento WO2007/110421 A2 da a conocer la preparación de micelas de proteína de suero de leche de tamaño nanométrico mediante desnaturalización por calor de la proteína de suero de leche. El ejemplo 11 describe la formación de un concentrado micelar de proteína de suero de leche que tiene un contenido de proteína del 20 % p/p. Se describe que el concentrado tiene "una textura cremosa, semisólida" en la página 28, 2ª sección del documento WO2007/110421 A2, que indica claramente una alta viscosidad.

El documento CN105542195 A da a conocer nanogeles formados por conjugación de polisacárido y proteína de suero de leche y posterior tratamiento térmico y, además, da a conocer el uso de estos nanogeles en productos alimenticios.

Sumario de la invención

Los presentes inventores han descubierto que condiciones de procedimiento especiales hacen posible producir nanogeles de proteína de suero de leche desnaturalizada en una disolución que tiene una concentración sorprendentemente alta de proteína, y particularmente que tiene una concentración sorprendentemente alta de beta-lactoglobulina (BLG) nativa, que es la proteína principal en el suero y la fuerza impulsora en la agregación térmica de proteínas de suero de leche. La capacidad de formar nanogeles a una alta concentración de proteína es altamente ventajosa ya que reduce el consumo de energía por kg de proteína durante el procesamiento, ya que tiene que calentarse y posteriormente enfriarse menos disolución por kg de proteína. Además, reduce los costes para transportar el producto de nanogel en forma líquida ya que tiene que transportarse menos agua, y reduce los costes de convertir la suspensión de nanogel en un polvo ya que tiene que retirarse menos agua.

Un aspecto de la invención se refiere a un método de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche, comprendiendo el método:

a) proporcionar una disolución de proteína de suero de leche que tiene:

- un contenido de BLG nativa en una cantidad de al menos el 3 % p/p,
- un valor de pH en el intervalo de 5,8-7,5, preferiblemente de 5,8-6,5,
- una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es
 - como máximo 0,0041*pH-0,0209, y
 - al menos 0,0037*pH-0,0234 pero superior a cero, y
- una concentración total de cationes metálicos monovalentes de
 - como máximo 25 mM si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p, o

- como máximo 20 mM si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es de al menos el 10 % p/p,

b) calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de al menos 68 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche,

c) opcionalmente, concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche para obtener una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche que tienen un diámetro promedio $\bar{z}$, cuando se mide mediante dispersión dinámica de luz, de 150-1000 nm,

d) opcionalmente, secar una alimentación de secador que comprende nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c).

Además de las ventajas mencionadas anteriormente, los inventores han observado que los nanogeles de la presente invención proporcionan una viscosidad sorprendentemente baja cuando están presentes en líquidos a altas concentraciones de proteína de, por ejemplo, el 20 % p/p de proteína o incluso el 30 % p/p y son al mismo tiempo estables frente al tratamiento térmico, un tratamiento térmico incluso esterilizante a tales concentraciones de proteína.

Las partículas de la técnica anterior de proteína de suero de leche desnaturalizada proporcionan una viscosidad mucho mayor a concentraciones de proteína crecientes e incluso pueden no poder alcanzar una concentración de proteína del 20 % p/p en una disolución líquida.

Por tanto, otro aspecto de la invención se refiere a una composición de nanogel de proteína de suero de leche que comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 30 % en relación con la proteína total y una cantidad total de proteína de al menos el 30 % p/p en relación con los sólidos totales.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche es una composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo que comprende:

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total,
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 5 % p/p en relación con la proteína total,
- BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, y
- una cantidad total de proteína de al menos el 30 % en relación con los sólidos totales.

La baja viscosidad y extraordinaria estabilidad térmica de los presentes nanogeles los hace altamente adecuados para bebidas con alto contenido de proteína y permite la producción de productos de bebida esterilizados por calor con alto contenido de proteína que tienen una baja viscosidad y, por tanto, son agradables de beber.

Por tanto, otro aspecto de la invención se refiere a una bebida envasada tratada térmicamente que tiene un pH en el intervalo de 3-8 y comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 1 % p/p. Un aspecto adicional se refiere a un procedimiento de producción de la bebida envasada tratada térmicamente.

Por tanto, otro aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de producción de un producto alimenticio ácido espesado que comprende las etapas de:

- preparar una base alimenticia líquida que tiene un pH de al menos 5,7, base alimenticia líquida que comprende suficiente composición de nanogel de proteína de suero de leche para proporcionar proteína en una cantidad del 4-20 % p/p, comprendiendo la composición de nanogel de proteína de suero de leche, preferiblemente tal como se define en el presente documento:
 - agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total,
 - nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 30-85 % en relación con la proteína total,
 - tratar térmicamente la base alimenticia líquida a al menos 70 °C durante una duración suficiente para pasteurizar al menos la base alimenticia líquida,

- opcionalmente, homogeneizar la base alimenticia líquida tratada térmicamente,
- acidificar la base alimenticia líquida tratada térmicamente a un pH de como máximo 5,4,
- opcionalmente, homogeneizar la base alimenticia acidificada,

en el que el producto alimenticio ácido espesado es la base alimenticia acidificada o una mezcla de la base alimenticia líquida acidificada y otros componentes tales como, por ejemplo, edulcorantes y/o aromatizantes.

Un aspecto adicional se refiere al producto alimenticio ácido espesado que puede obtenerse mediante el procedimiento.

Aún un aspecto de la invención se refiere al uso de una composición de nanogel de proteína de suero de leche tal como se define en el presente documento y/o una pluralidad de nanogeles de proteína de suero de leche tal como se define en el presente documento para uno o más de los siguientes:

- como componente alimenticio,
- como componente alimenticio para producir una bebida estéril que contiene al menos el 10 % de proteína e incluso más preferiblemente al menos el 21 % de proteína,
- como componente alimenticio para producir un producto alimenticio ácido espesado que tiene un pH de menos de 5,5 y una viscosidad de más de 200 cP (conversión: 100 cP = 0,100 Pa*s, cuando sea aplicable) medida a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- como agente de sustitución de crema, por ejemplo, en sustitutos de crema para café.

Un aspecto adicional de la invención se refiere al uso de nanogeles de proteína de suero de leche y/o la composición de nanogel de proteína de suero de leche como fuente de proteína para reducir la astringencia y/o la acidez de una bebida de proteína tratada térmicamente que tiene un pH de 3,0-5,0, lo más preferiblemente de 3,5-4,6,

- preferiblemente en el que los nanogeles de proteína de suero de leche aportan al menos el 50 % p/p de la proteína total de la bebida tratada térmicamente, más preferiblemente al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente al menos el 90 % p/p de la proteína total de la bebida tratada térmicamente; y
- preferiblemente en el que la bebida tratada térmicamente contiene proteína total en una cantidad del 2-35 % p/p, más preferiblemente del 4-30 % p/p, incluso más preferiblemente del 6-25 % p/p y más preferiblemente del 8-20 % p/p.

Resumen de las figuras

La figura 1 muestra la distribución de nanogeles de proteína de suero de leche y agregados solubles en relación con la proteína total después del tratamiento térmico de disoluciones de proteína de suero de leche que contienen proteína BLG nativa al 4-16 %, pH 5,9, a 90 °C durante 14 minutos.

La figura 2 muestra imágenes de microscopía electrónica de transmisión de suspensiones de nanogel de proteína de suero de leche preparadas a A: BLG nativa al 4 % p/p; B: BLG nativa al 8 % p/p; C: BLG nativa al 12 % p/p y D: BLG nativa al 16 % p/p. La barra de escala es de 500 nm para todas las imágenes.

La figura 3 muestra el desarrollo de viscosidad durante la concentración por UF de una suspensión de nanogel de proteína de suero de leche al 14 % p/p (puntos en negro) y una disolución de BLG nativa (cruces) a aprox. el 30 % p/p de proteína total.

La figura 4 muestra el desarrollo del módulo de almacenamiento (resistencia del gel) de preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche que contienen del 1,9 % (muestra D) al 59,2 % (muestra A) de agregados de proteína de suero de leche solubles en relación con la proteína total. Todas las muestras se diluyeron hasta una concentración de proteína total al 4 % de antes de la determinación del módulo de almacenamiento.

Descripción detallada

La BLG es la proteína más predominante en suero de leche y suero lácteo bovinos y existe en diversas variantes

genéticas, siendo las principales en la leche de vaca las denominadas A y B. La BLG es una proteína lipocalina y puede unirse a muchas moléculas hidrófobas, lo que sugiere un papel en su transporte. También se ha demostrado que la BLG puede unirse a hierro a través de sideróforos y podría tener un papel en la lucha contra patógenos. La leche materna humana carece de un homólogo de BLG.

La BLG bovina es una proteína relativamente pequeña de aprox. 162 residuos de aminoácidos con un peso molecular de aprox. 18,3-18,4 kDa. En condiciones fisiológicas, es predominantemente dimérica, pero se disocia en un monómero por debajo de aproximadamente pH 3, conservando su estado nativo tal como se determina usando espectroscopía de resonancia magnética nuclear. Por el contrario, la BLG también existe en formas de agregación tetraméricas, octaméricas y otras formas multiméricas en una variedad de condiciones naturales.

En el contexto de la presente invención, el término "BLG nativa" se refiere a moléculas de BLG no desnaturalizadas tal como se encuentran, por ejemplo, en leche o suero crudos o en aislados de BLG de bajo calor preparados, por ejemplo, mediante cristalización, cromatografía o filtración de BLG. La BLG nativa en forma cristalina es, por tanto, todavía la BLG nativa. La cantidad de BLG nativa se cuantifica según el análisis 6.

En el contexto de la presente invención, el término "BLG total" se refiere a la suma de BLG nativa, desnaturalizada y agregada. La cantidad de BLG total se cuantifica según el análisis 17.

En el contexto de la presente invención, el término "cristal" se refiere a un material sólido cuyos constituyentes (tales como átomos, moléculas o iones) están dispuestos en una estructura microscópica altamente ordenada, formando una red cristalina que se extiende en todas las direcciones.

En el contexto de la presente invención, el término "cristal de BLG" se refiere a cristales de proteína que contienen principalmente BLG no agregada y preferiblemente nativa dispuestos en una estructura microscópica altamente ordenada, formando una red cristalina que se extiende en todas las direcciones. Los cristales de BLG pueden ser, por ejemplo, monolíticos o policristalinos y pueden ser, por ejemplo, cristales intactos, fragmentos de cristales o una combinación de los mismos. Los fragmentos de cristal se forman, por ejemplo, cuando los cristales intactos se someten a cizallamiento mecánico durante el procesamiento. Los fragmentos de cristales también tienen la estructura microscópica altamente ordenada del cristal, pero pueden carecer de la superficie uniforme y/o incluso de los bordes o esquinas de un cristal intacto. En ambos casos, el cristal o los fragmentos de cristal de BLG pueden identificarse visualmente como estructuras bien definidas, compactas y coherentes usando microscopía óptica. El cristal o los fragmentos de cristal de BLG son a menudo al menos parcialmente transparentes. Además, se sabe que los cristales de proteína son birrefringentes y esta propiedad óptica puede usarse para identificar partículas desconocidas que tienen una estructura cristalina.

En el contexto de la presente invención, el término "composición comestible" se refiere a una composición que es segura para el consumo humano y el uso como componente alimenticio y que no contiene cantidades problemáticas de componentes tóxicos, tales como tolueno u otros disolventes orgánicos no deseados. Las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche y los productos alimenticios de la presente invención son preferiblemente productos alimenticios comestibles.

En el contexto de la presente invención, el término "ALA" o "alfa-lactoalbúmina" se refiere a alfa-lactoalbúmina de especies de mamíferos, por ejemplo, en formas nativas y/o glicosiladas e incluye las variantes genéticas que se producen de manera natural. El término incluye además ALA agregada y BLG precipitada. Cuando se hace referencia a la cantidad de ALA, se hace referencia a la cantidad total de ALA que incluye, por ejemplo, ALA agregada. La cantidad total de ALA se determina según el ejemplo 1.31. El término "ALA agregada" se refiere a ALA que normalmente está al menos parcialmente desplegada y que además se ha agregado con otras moléculas de ALA desnaturalizadas y/u otras proteínas de suero de leche desnaturalizadas, normalmente por medio de interacciones hidrófobas y/o enlaces covalentes.

En el contexto de la presente invención, el término "caseinomacropéptido" o "CMP" se refiere al péptido hidrófilo, residuos 106-169, originado a partir de la hidrólisis, por una proteinasa aspártica, por ejemplo, quimosina, de "κ-CN" o "kappa-caseína" de especies de mamíferos, por ejemplo, en formas nativas y/o glicosiladas e incluye las variantes genéticas de origen natural.

En el contexto de la presente invención, el término "aislado de BLG" significa una composición que contiene BLG en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total. Un aislado de BLG tiene preferiblemente un contenido total de proteínas de al menos el 30 % p/p, y preferiblemente al menos el 80 % p/p en relación con los sólidos totales.

El término "suero de leche" se refiere a la fase líquida que queda después de que se ha precipitado y retirado la caseína de leche. La precipitación de caseína puede realizarse, por ejemplo, mediante acidificación de leche y/o mediante el uso de enzima de cuajo. Existen varios tipos de suero de leche, tales como "suero de leche dulce", que es el producto de suero de leche producido por precipitación de caseína basada en cuajo, y "suero de leche ácido" o "suero de leche amargo", que es el producto de suero de leche producido por precipitación de caseína

basada en ácido. La precipitación de caseína basada en ácido puede realizarse, por ejemplo, mediante la adición de ácidos alimenticios o por medio de cultivos bacterianos.

El término "suero lácteo" se refiere al líquido que queda cuando se han retirado de la leche la caseína y los glóbulos de grasa de la leche, por ejemplo, mediante microfiltración o ultrafiltración de poros grandes. El suero lácteo también se considera un tipo de suero de leche y a veces se denomina "suero de leche ideal".

El término "proteína de suero lácteo" o "proteína de suero" se refiere a la proteína que está presente en el suero lácteo.

En el contexto de la presente invención, el término "proteína de suero de leche" se refiere a proteína que se encuentra en el suero de leche o en el suero lácteo. La proteína de suero de leche puede ser un subconjunto de las especies de proteínas encontradas en suero de leche o suero lácteo e incluso una única especie de proteína de suero de leche o puede ser el conjunto completo de especies de proteínas encontradas en suero de leche y/o suero lácteo.

En el contexto de la presente invención, los términos "líquido" y "disolución" abarcan tanto composiciones líquidas que están libres de materia particulada como composiciones líquidas que contienen una combinación de partículas líquidas y sólidas y/o semisólidas, tales como, por ejemplo, cristales de proteína u otras partículas de proteína. Sin embargo, "líquido" y "disolución" son preferiblemente bombeables.

En el contexto de la presente invención, los términos "concentrado de proteína de suero de leche" (WPC) y "concentrado de proteína de suero" (SPC) se refieren a composiciones secas o acuosas que contienen una cantidad total de proteína del 20-89 % p/p en relación con los sólidos totales.

Un WPC o un SPC contiene preferiblemente:

el 20-89 % p/p de proteína en relación con los sólidos totales,

el 15-70 % p/p de BLG en relación con la proteína total,

el 8-50 % p/p de ALA en relación con la proteína total, y

el 0-40 % p/p de CMP en relación con la proteína.

Alternativamente, pero también preferido, un WPC o un SPC puede contener:

el 20-89 % p/p de proteína en relación con los sólidos totales,

el 15-90 % p/p de BLG en relación con la proteína total,

el 4-50 % p/p de ALA en relación con la proteína total, y

el 0-40 % p/p de CMP en relación con la proteína.

Preferiblemente, un WPC o un SPC contiene:

el 20-89 % p/p de proteína en relación con los sólidos totales,

el 15-80 % p/p de BLG en relación con la proteína total,

el 4-50 % p/p de ALA en relación con la proteína total, y

el 0-40 % p/p de CMP en relación con la proteína.

Más preferiblemente, un WPC o un SPC contiene:

el 70-89 % p/p de proteína en relación con los sólidos totales,

el 30-90 % p/p de BLG en relación con la proteína total,

el 4-35 % p/p de ALA en relación con la proteína total, y

el 0-25 % p/p de CMP en relación con la proteína.

Normalmente, el SPC no contiene CMP o contiene sólo trazas de CMP.

Los términos “aislado de proteína de suero de leche” (WPI) y “aislado de proteína de suero” (SPI) se refieren a composiciones secas o acuosas que contienen una cantidad total de proteína del 90-100 % p/p en relación con los sólidos totales.

5 Un WPI o un SPI contiene preferiblemente:

el 90-100 % p/p de proteína en relación con los sólidos totales,

10 el 15-70 % p/p de BLG en relación con la proteína total,

el 8-50 % p/p de ALA en relación con la proteína total, y

15 el 0-40 % p/p de CMP en relación con la proteína total.

Alternativamente, pero también preferido, un WPI o un SPI puede contener:

el 90-100 % p/p de proteína en relación con los sólidos totales,

20 el 30-95 % p/p de BLG en relación con la proteína total,

el 4-35 % p/p de ALA en relación con la proteína total, y

25 el 0-25 % p/p de CMP en relación con la proteína total.

Más preferiblemente, un WPI o un SPI puede contener:

el 90-100 % p/p de proteína en relación con los sólidos totales,

30 el 30-90 % p/p de BLG en relación con la proteína total,

el 4-35 % p/p de ALA en relación con la proteína total, y

35 el 0-25 % p/p de CMP en relación con la proteína total.

Normalmente, el SPI no contiene CMP o contiene sólo trazas de CMP.

En el contexto de la presente invención, el término “nanogeles de proteína de suero de leche” se refiere a partículas de tamaño nanométrico (normalmente de aproximadamente 150-1000 nm) de proteína de suero de leche desnaturalizada, normalmente de forma esférica o casi esférica. Los nanogeles de proteína de suero de leche también se han denominado micelas de proteína de suero de leche y se analizan, por ejemplo, en el documento WO2007/110421A2 aunque su naturaleza micelar es cuestionable. La cantidad de nanogeles de proteína de suero de leche se cuantifica según el análisis 3. Los nanogeles de proteínas tienen un aspecto opaco y lechoso cuando se suspenden y, por tanto, son muy adecuados para bebidas opacas.

En el contexto de la presente invención, el término “agregado de proteína de suero de leche soluble” se refiere a pequeños agregados de proteínas de suero de leche desnaturalizadas, agregados que pueden formar geles fuertes (mucho más fuertes que la proteína de suero de leche nativa) durante la acidificación a pH 4,6 y agregados que normalmente tienen formas lineales, de tipo gusano, ramificadas o de tipo cadena y que normalmente son de tamaño submicrométrico. Los agregados de proteína de suero de leche solubles son bien conocidos por el experto en la técnica y se describen, por ejemplo, en el documento WO2007/110421A2 donde se denominan agregados lineales. La cantidad de agregado de proteína de suero de leche soluble se cuantifica según el análisis 3. Los agregados de proteína de suero de leche solubles forman normalmente disoluciones transparentes cuando se disuelven en agua y, por tanto, son muy adecuados para bebidas transparentes.

Los términos “consiste esencialmente en” y “que consiste esencialmente en” significan que la reivindicación o rasgo en cuestión abarca los materiales o etapas especificados y aquellos que no afectan materialmente a la(s) característica(s) básica(s) y novedosa(s) de la invención reivindicada.

En el contexto de la presente invención, la expresión “Y y/o X” significa “Y” o “X” o “Y y X”. A lo largo de la misma línea de lógica, la expresión “n₁, n₂, ..., n_{i-1}, y/o n_i” significa “n₁” o “n₂” o... o “n_{i-1}” o “n_i” o cualquier combinación de los componentes: n₁, n₂, ..., n_{i-1} y n_i.

En el contexto de la presente invención, el término “seco” o “secado” significa que la composición o producto en cuestión comprende como máximo el 10 % p/p de agua, preferiblemente de como máximo el 6 % p/p y más preferiblemente incluso menos.

En el contexto de la presente invención, el porcentaje en peso (% p/p) de un componente de una determinada composición, producto o material significa el porcentaje en peso de ese componente con respecto al peso de la composición, producto o material específico a menos que se mencione específicamente otra referencia (por ejemplo, sólidos totales o proteína total).

En el contexto de la presente invención, el término "razón en peso" entre el componente X y el componente Y significa el valor obtenido por el cálculo m_X/m_Y en el que m_X es la cantidad (peso) de los componentes X y m_Y es la cantidad (peso) de los componentes Y.

En el contexto de la presente invención, el término "al menos pasteurización" se refiere a un tratamiento térmico que tiene un efecto de destrucción microbiana igual o superior a un tratamiento térmico de 70 °C durante 10 segundos. La referencia para determinar el efecto de destrucción bacteriana es *E. coli* O157:H7.

En el contexto de la presente invención, el término "estéril" significa que la composición o producto estéril en cuestión no contiene ningún microorganismo viable y, por tanto, libre de crecimiento microbiano durante el almacenamiento a temperatura ambiente. Una composición que se ha esterilizado es estéril.

Cuando un líquido, tal como una bebida, se esteriliza y envasa asépticamente en un recipiente estéril, normalmente tiene una vida útil de almacenamiento de al menos seis meses a temperatura ambiente. El tratamiento de esterilización destruye las esporas y los microorganismos que podrían provocar el deterioro del líquido.

Por tanto, un aspecto de la invención se refiere a un método de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche, comprendiendo el método:

a) proporcionar una disolución de proteína de suero de leche que tiene:

- un contenido de BLG nativa en una cantidad de al menos el 3 % p/p,
- un valor de pH en el intervalo de 5,8-7,5, preferiblemente de 5,8-6,5,
- una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es
 - como máximo $0,0041 \cdot \text{pH} - 0,0209$, y
 - al menos $0,0037 \cdot \text{pH} - 0,0234$ pero superior a cero, y
- una concentración total de cationes metálicos monovalentes de
 - como máximo 25 mM si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p, o
 - como máximo 20 mM si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es de al menos el 10 % p/p,

b) calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de al menos 68 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche que tienen un diámetro promedio λ , cuando se mide mediante dispersión dinámica de luz, de 150-1000 nm,

c) opcionalmente, concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche para obtener una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche,

d) opcionalmente, secar una alimentación de secador que comprende nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c).

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el método proporciona la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo y comprende las etapas a), b), c) y d).

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, el método proporciona la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo y comprende las etapas a), b) y d), pero no la etapa c).

En realizaciones más preferidas de la presente invención, el método proporciona la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de líquido y comprende las etapas a), b) y c), pero no la etapa d).

En realizaciones incluso más preferidas de la presente invención, el método proporciona la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de líquido y comprende las etapas a) y b), pero no las etapas c) y d).

- 5 Tal como se mencionó anteriormente, la etapa a) proporciona una disolución de proteína de suero de leche que contiene BLG nativa y opcionalmente también otras proteínas de suero de leche. La disolución de proteína de suero de leche es una disolución acuosa y preferiblemente contiene agua en una cantidad de al menos el 50 % p/p. La disolución de proteína de suero de leche es preferiblemente comestible y adecuada como un producto alimenticio. La disolución de proteína de suero de leche puede contener partículas suspendidas además de
10 proteína disuelta.

La disolución de proteína de suero de leche tiene un contenido de BLG nativa en una cantidad de al menos el 3 % p/p.

- 15 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad de al menos el 4 % p/p, más preferiblemente de al menos el 6 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 8 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 10 % p/p.

- 20 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad de al menos el 11 % p/p, más preferiblemente de al menos el 16 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 18 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 20 % p/p.

- 25 En realizaciones más preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente de al menos el 23 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 25 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 27 % p/p.

- Preferiblemente, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad del 3-30 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 4-28 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 6-26 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 8-24 % p/p.
30

- En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad del 11-30 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 12-28 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 14-26 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 16-24 % p/p.
35

- En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad del 10-24 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 12-22 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 14-20 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 16-18 % p/p.
40

- En realizaciones incluso más preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad del 21-32 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 22-31 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 23-30 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 24-29 % p/p.
45

- En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende proteína total en una cantidad de al menos el 4 % p/p, más preferiblemente de al menos el 6 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 8 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 10 % p/p.

- 50 Preferiblemente, la disolución de proteína de suero de leche comprende proteína total en una cantidad del 1-30 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 4-28 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 6-26 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 8-24 % p/p.

- 55 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende proteína total en una cantidad del 11-30 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 12-28 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 14-26 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 16-24 % p/p.

- 60 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende proteína total en una cantidad del 10-24 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 12-22 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 14-20 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 16-18 % p/p.

- 65 En realizaciones incluso más preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende proteína total en una cantidad del 21-32 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 22-31 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 23-30 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del

24-29 % p/p.

5 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende proteína total en una cantidad de al menos el 30 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de al menos el 60 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de al menos el 70 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p en relación con los sólidos totales.

10 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende proteína total en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de al menos el 92 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p en relación con los sólidos totales.

15 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 60 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p en relación con la proteína total.

20 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p en relación con la proteína total. A menudo se prefiere que la disolución de proteína de suero de leche comprenda BLG nativa en una cantidad de al menos el 97 % p/p en relación con la proteína total.

30 En realizaciones más preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad en el intervalo del 50-80 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente en el intervalo del 52-75 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente en el intervalo del 54-70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente en el intervalo del 55-65 % p/p en relación con la proteína total. Esto es útil, por ejemplo, cuando se usa WPI altamente desmineralizado como fuente de proteína para la disolución de proteína de suero de leche.

35 La disolución de proteína de suero de leche puede contener otra proteína distinta de la BLG nativa y normalmente contiene otras proteínas de suero de leche. En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche sólo contiene proteínas derivadas de suero de leche de mamífero.

40 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene un grado de desnaturalización de proteínas de como máximo el 20 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p en relación con la proteína total.

45 Puede preferirse una desnaturalización incluso menor y en algunas realizaciones preferidas de la presente invención la disolución de proteína de suero de leche tiene un grado de desnaturalización de proteínas de como máximo el 1 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de como máximo el 0,2 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con la proteína total.

El grado de desnaturalización de proteínas se mide según el análisis 3.

55 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene un contenido de sólidos totales en una cantidad del 3-50 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 4-40 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 6-35 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 8-30 % p/p.

60 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene un contenido de sólidos totales en una cantidad del 10-50 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 12-40 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 14-35 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 16-30 % p/p.

65 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene un contenido de agua en una cantidad del 50-97 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 60-96 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 65-94 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 70-

92 % p/p.

La porción de la disolución de proteína de suero de leche que no es sólidos es preferiblemente agua.

- 5 La disolución de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 5,8-7,5.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 5,8-6,5, más preferiblemente de 5,9-6,3 y lo más preferiblemente de 5,9-6,2.

- 10 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 5,9-6,5, más preferiblemente de 6,0-6,4 y lo más preferiblemente de 6,1-6,3.

En realizaciones incluso más preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 6,5-7,5, más preferiblemente de 6,6-7,2 e incluso más preferiblemente de 6,7-7,0.

- 15 Los ajustes del pH se realizan preferiblemente usando un agente alcalinizante que no aumenta el contenido de iones metálicos monovalentes tales como Na^+ y K^+ . Se prefieren actualmente $\text{Ca}(\text{OH})_2$ o agentes alcalinizantes a base de amina. Alternativamente, pero también preferido, el uso de agente alcalinizante puede contener una combinación de una o más bases que contienen iones metálicos monovalentes y una o más bases que contienen iones metálicos divalentes. Una combinación de este tipo es útil, por ejemplo, si el uso de sólo $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para el ajuste de pH proporcionaría una razón en peso demasiado alta entre calcio y BLG nativa y la concentración resultante de iones metálicos monovalentes no excede el umbral requerido para la formación eficiente de nanogeles.

- 25 En algunas realizaciones particularmente preferidas de la invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es:

— como máximo $0,0041 \cdot \text{pH} - 0,0209$, y

- 30 — al menos $0,0037 \cdot \text{pH} - 0,0234$ pero superior a cero.

El término "superior a cero" significa que la razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa siempre será superior a cero absoluto ya que la disolución de proteína de suero de leche siempre contendrá trazas de calcio, aunque puede ser difícil de detectar. Sin embargo, la razón en peso puede ser muy próxima a cero.

- 35 Se prefiere además que el peso total de otros metales divalentes de la disolución de proteína de suero de leche sea menor que el peso total de calcio, más preferiblemente de como máximo el 50 % del peso total de calcio y lo más preferiblemente de como máximo el 20 % del peso total de calcio.

- 40 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es

— como máximo $0,0041 \cdot \text{pH} - 0,0220$, y

- 45 — al menos $0,0037 \cdot \text{pH} - 0,0222$, pero superior a cero.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es

- 50 — - como máximo $0,0040 \cdot \text{pH} - 0,0221$, y

— al menos $0,0039 \cdot \text{pH} - 0,0221$ pero superior a cero.

- 55 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa de como máximo 0,0070, más preferiblemente de como máximo 0,0065, incluso más preferiblemente de como máximo 0,0060 y lo más preferiblemente de como máximo 0,0050.

- 60 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa de como máximo 0,0045, más preferiblemente de como máximo 0,0040, incluso más preferiblemente de como máximo 0,0035 y lo más preferiblemente de como máximo 0,0030.

- 65 A menudo se prefieren razones en peso incluso más bajas y en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y

BLG nativa de como máximo 0,0025, más preferiblemente de como máximo 0,0020, incluso más preferiblemente de como máximo 0,0015 y lo más preferiblemente de como máximo 0,0005.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa en el intervalo de 0,0005-0,0065, más preferiblemente de 0,0010-0,0050, incluso más preferiblemente de 0,0015-0,0040 y lo más preferiblemente en el intervalo de 0,0015-0,0030, tal como preferiblemente de 0,0017-0,0027.

La disolución de proteína de suero de leche tiene además una concentración total de cationes metálicos monovalentes de

- como máximo 25 mM si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p, o

- como máximo 20 mM si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es de al menos el 10 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p y la disolución de proteína de suero de leche tiene una concentración total de cationes metálicos monovalentes de como máximo 24 mM, más preferiblemente de como máximo 22 mM, incluso más preferiblemente de como máximo 21 mM y lo más preferiblemente de como máximo 20 mM.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, independientemente del contenido de BLG nativa, la disolución de proteína de suero de leche tiene una concentración total de cationes metálicos monovalentes de como máximo 19 mM, más preferiblemente de como máximo 17 mM, incluso más preferiblemente de como máximo 15 mM y lo más preferiblemente de como máximo 10 mM. Pueden preferirse contenidos incluso más bajos de cationes metálicos monovalentes y en algunas realizaciones preferidas de la presente invención la disolución de proteína de suero de leche tiene una concentración total de cationes metálicos monovalentes de como máximo 8 mM, más preferiblemente de como máximo 6 mM, incluso más preferiblemente de como máximo 4 mM y lo más preferiblemente de como máximo 2 mM.

El presente método hace posible producir composiciones de nanogel de proteína de suero de leche con un rendimiento muy alto de nanogeles de proteína de suero de leche y un bajo contenido de micropartículas y agregados de proteína de suero de leche solubles que a menudo no se desean. Por tanto, el presente método ofrece una manera mejorada y más rentable de producir composiciones de nanogel de proteína de suero de leche que tienen una alta pureza de nanogeles de proteína de suero de leche y permite la producción de nuevas composiciones de nanogel de proteína de suero de leche que no están disponibles en la técnica anterior.

La disolución de proteína de suero de leche puede comprender otros macronutrientes distintos de proteínas, tales como, por ejemplo, hidratos de carbono y/o lípidos.

Sin embargo, a menudo se prefiere que la disolución de proteína de suero de leche contenga hidratos de carbono en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con los sólidos totales.

Además, a menudo se prefiere que la disolución de proteína de suero de leche contenga lípidos en una cantidad de como máximo el 8 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con los sólidos totales.

La disolución de proteína de suero de leche puede comprender otros macronutrientes y componentes distintos de proteínas. Las realizaciones y preferencias descritas a continuación en el contexto de la bebida envasada tratada térmicamente y que se refieren a macronutrientes y componentes adicionales se aplican igualmente a la disolución de proteína de suero de leche y se hace referencia a esas realizaciones en lugar de repetirlas en el presente documento.

En algunas realizaciones particularmente preferidas de la invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene la misma composición química que la de la bebida envasada tratada térmicamente, excepto que la proteína está en forma nativa.

En otras realizaciones particularmente preferidas de la invención, la disolución de proteína de suero de leche tiene la misma composición química que la de la bebida envasada tratada térmicamente.

La fuente de proteína para la disolución de proteína de suero de leche puede ser cualquier fuente que proporcione BLG nativa y opcionalmente también minerales. La fuente de proteína de suero de leche puede ser, por ejemplo, un aislado de proteína de suero de leche, un aislado de proteína de suero lácteo, un concentrado de proteína de suero lácteo, o una combinación de los mismos. Se prefieren particularmente aislados de proteína de suero de leche y/o aislados de proteína de suero lácteo. La fuente de proteína de suero de leche tiene preferiblemente un contenido de minerales muy bajo.

Una fuente actualmente preferida de proteína de suero de leche es un aislado de BLG que puede obtenerse por cristalización y recuperación de cristales de BLG tal como se explica resumidamente en el documento WO 2018/115520 A1, es decir, por cristalización de BLG en modo de salación a partir de una disolución acuosa que contiene proteína de suero de leche y que tiene un pH de 5-6. La fuente de proteína puede ser, por ejemplo, la suspensión de cristales húmedos obtenida mediante un procedimiento según el documento WO 2018/115520 A1 o una suspensión de cristales secados por pulverización obtenida según el documento WO 2018/115520 A1. Alternativamente, pero también preferido, la fuente de proteína puede ser un aislado de BLG según el documento PCT/EP2019/066998 y preferiblemente puede obtenerse mediante un procedimiento explicado resumidamente en el documento PCT/EP2019/066998. Los documentos WO 2018/115520 A1 y PCT/EP2019/066998 se incorporan en el presente documento como referencia para todos los fines.

Alternativamente, pero también preferido, la fuente de proteína puede ser un aislado de BLG que puede obtenerse según de Jongh *et al.* (Mild Isolation Procedure Discloses New Protein Structural Properties of beta-Lactoglobulin, J Dairy Sci., vol. 84 (3), 2001, páginas 562-571) y posteriormente se sometió a una desmineralización adicional mediante diálisis.

Alternativamente, pero también preferido, la fuente de proteína puede ser un WPI de alta calidad disponible comercialmente que se somete a desmineralización mediante diálisis antes de su uso.

La proteína de suero de leche usada en la disolución de proteína de suero de leche es proteína de suero de leche a partir de leche de mamífero, tal como, por ejemplo, leche de vaca, cabra, yegua, oveja, camella y/o búfala. Se prefiere particularmente la proteína de suero de leche bovino.

La proteína de las diversas composiciones descritas en el presente documento es preferiblemente proteína comestible y puede contener otras proteínas comestibles además de BLG. Se prefiere particularmente que la proteína de la presente invención se derive de leche de mamífero, por ejemplo, proteína proporcionada separando y/o modificando una o más especies de proteínas de leche de mamífero. Lo más preferido es que la proteína de la presente invención sea proteína de suero de leche o material de proteína derivado de proteína de suero de leche, preferiblemente mediante desnaturalización por calor. Sin embargo, se prevé y se prefiere a menudo que los productos alimenticios que contienen los nanogeles de proteína de suero de leche o las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche de la presente invención puedan contener proteína no láctea además de especies de proteína de la leche.

Idealmente, la disolución de proteína de suero de leche se proporciona disolviendo la fuente de proteína de suero de leche en agua desmineralizada y opcionalmente ajustando el pH. Además, puede ser necesario modificar la composición de minerales para llegar a una disolución de proteína de suero de leche útil tal como se describe en el presente documento.

La etapa b) implica calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de al menos 68 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche. La etapa b) puede implicar además enfriar la suspensión para finalizar el tratamiento térmico a menos que la suspensión se use caliente, por ejemplo, para secado por pulverización directa o para la producción de un producto alimenticio.

Si la etapa b) implica un enfriamiento, la suspensión se enfría normalmente hasta una temperatura de como máximo 50 °C, más preferiblemente de como máximo 40 °C, incluso más preferiblemente de como máximo 20 °C y más preferiblemente de como máximo 10 °C.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el calentamiento de la etapa b) calienta la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de al menos 70 °C, más preferiblemente de al menos 75 °C, incluso más preferiblemente de al menos 80 °C y lo más preferiblemente de al menos 85 °C. Se ha demostrado que temperaturas incluso más altas son útiles y en algunas realizaciones preferidas de la presente invención el calentamiento de la etapa b) calienta la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de al menos 90 °C, más preferiblemente de al menos 95 °C, incluso más preferiblemente de al menos 100 °C y lo más preferiblemente de al menos 120 °C.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el calentamiento de la etapa b) calienta la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura en el intervalo de 68-160 °C, más

preferiblemente de 75-150 °C, incluso más preferiblemente de 80-120 °C y lo más preferiblemente de 85-100 °C.

Se prefiere particularmente que el calentamiento de la etapa b) caliente la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura en el intervalo de 80-95 °C, más preferiblemente de 82-92 °C, incluso más preferiblemente de 84-90 °C y lo más preferiblemente de 85-89 °C.

La duración del tratamiento térmico de la etapa b) debe ser suficiente para formar una cantidad considerable de nanogeles. La duración es preferiblemente de al menos 500 milisegundos y a menudo mucho más larga. La duración se elige preferiblemente para desnaturalizar una cantidad sustancial de la BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el calentamiento de la etapa b) se realiza durante una duración suficiente para desnaturalizar al menos el 50 % p/p de la BLG nativa, más preferiblemente al menos el 80 % p/p de la BLG nativa, incluso más preferiblemente al menos el 90 % de la BLG nativa y lo más preferiblemente al menos el 95 % p/p de la BLG nativa. Pueden preferirse niveles incluso más altos de desnaturalización de BLG y en algunas realizaciones preferidas de la presente invención el calentamiento de la etapa b) se realiza durante una duración suficiente para desnaturalizar al menos el 96 % p/p de la BLG nativa, más preferiblemente al menos el 97 % p/p de la BLG nativa, incluso más preferiblemente al menos el 98 % de la BLG nativa y lo más preferiblemente al menos el 99 % p/p de la BLG nativa.

Los presentes inventores han encontrado que un alto nivel de desnaturalización de BLG da una mejor estabilidad térmica de la composición de nanogeles de proteína de suero de leche resultante.

La duración del tratamiento térmico depende de la temperatura, pero normalmente está entre 1 minuto y 1 hora, preferiblemente entre 4-50 minutos, más preferiblemente entre 6-45 minutos, incluso más preferiblemente entre 8-40 minutos y lo más preferiblemente entre 10-30 minutos.

El presente método permite sorprendentemente producir una composición de nanogel de proteína de suero de leche a una alta concentración de proteína con sólo cizallamiento mecánico limitado o incluso sin cizallamiento mecánico a pesar de las concentraciones de proteína relativamente altas usadas en la disolución de proteína de suero de leche. En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el tratamiento térmico de la etapa b) no implica cizallamiento mecánico, tal como, por ejemplo, intercambiadores de calor de superficie raspada u homogeneización a alta presión. Sin embargo, el cizallamiento mecánico no se excluye de la presente invención y en otras realizaciones preferidas de la presente invención el tratamiento térmico de la etapa b) implica cizallamiento mecánico.

Las características de composición descritas en el contexto de la disolución de proteína de suero de leche de la etapa a) se aplican igualmente a la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche obtenidos en la etapa b) excepto que se ha desnaturalizado una cantidad considerablemente de proteína nativa y, por tanto, se ha convertido, por ejemplo, en nanogeles de proteína de suero de leche.

La etapa c) es opcional, pero se prefiere en algunas realizaciones.

Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el método comprende la etapa c) que implica concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche para obtener una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche.

Sin embargo, en otras realizaciones preferidas de la presente invención, el método no comprende la etapa c) y, por tanto, la suspensión no se concentra.

En el presente contenido, el término "concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche" no implica una etapa de secado tal como, por ejemplo, secado por pulverización, sino la retirada de al menos agua para aumentar la concentración de al menos nanogeles de proteína de suero de leche.

La suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche se concentra preferiblemente mediante uno o más de los siguientes métodos: microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, ósmosis inversa y/o evaporación. Se prefieren particularmente ultrafiltración, nanofiltración u ósmosis inversa ya que retienen el contenido de proteína de la suspensión.

En algunas realizaciones de la presente invención, la concentración de la etapa c) aumenta el contenido de nanogeles de proteína de suero de leche de la suspensión en al menos el 25 %, más preferiblemente en al menos el 50 %, incluso más preferiblemente en al menos el 75 % y lo más preferiblemente en al menos el 100 %. Pueden requerirse niveles de concentración incluso mayores y en algunas realizaciones preferidas de la presente invención la concentración de la etapa c) aumenta el contenido de nanogeles de proteína de suero de leche de la suspensión en al menos el 200 %, más preferiblemente en al menos el 300 %, incluso más preferiblemente en al menos el 500 % y lo más preferiblemente en al menos el 700 %.

En algunas realizaciones de la presente invención, la concentración de la etapa c) aumenta el contenido de nanogeles de proteína de suero de leche de la suspensión en el 25-900 %, más preferiblemente en el 100-850 %, incluso más preferiblemente en el 200-825 % y lo más preferiblemente en el 300-800 %.

5

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la concentración de la etapa c) proporciona una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche que comprende una cantidad total de proteína de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente de al menos el 25 %, incluso más preferiblemente de al menos el 28 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 30 % p/p.

10

Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende una cantidad total de proteína de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente de al menos el 25 %, incluso más preferiblemente de al menos el 28 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 30 % p/p.

15

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la concentración de la etapa c) proporciona una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche que comprende una cantidad total de proteína del 21-35 % p/p, más preferiblemente del 25-33 %, incluso más preferiblemente del 28-32 % p/p y lo más preferiblemente del 29-31 % p/p.

20

Por tanto, en otras realizaciones preferidas de la presente invención, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende una cantidad total de proteína del 21-35 % p/p, más preferiblemente del 25-33 %, incluso más preferiblemente del 28-32 % p/p y lo más preferiblemente del 29-31 % p/p.

25

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la concentración de la etapa c) proporciona una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche que comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente de al menos el 25 %, incluso más preferiblemente de al menos el 28 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 30 % p/p.

30

Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente de al menos el 25 %, incluso más preferiblemente de al menos el 28 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 30 % p/p.

35

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la concentración de la etapa c) proporciona una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche que comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 21-35 % p/p, más preferiblemente del 25-33 %, incluso más preferiblemente del 28-32 % p/p y lo más preferiblemente del 29-31 % p/p.

40

Por tanto, en otras realizaciones preferidas de la presente invención, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 21-35 % p/p, más preferiblemente del 25-33 %, incluso más preferiblemente del 28-32 % p/p y lo más preferiblemente del 29-31 % p/p.

45

Los presentes inventores han encontrado que se prefiere controlar el contenido de agregados de proteína de suero de leche solubles de la suspensión y suspensión concentrada y mantenerlos al mínimo.

Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 8 % p/p, más preferiblemente de como máximo el 6 %, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p. Son factibles contenidos incluso más bajos de agregados de proteína de suero de leche solubles y en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 1 % p/p, más preferiblemente de como máximo el 0,5 %, incluso más preferiblemente de como máximo el 0,3 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p.

50

55

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 60 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total.

60

Son factibles y se prefieren a menudo contenidos incluso mayores de nanogel de proteína de suero de leche. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el

65

92 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 94 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 96 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 98 % p/p en relación con la proteína total.

5 Las características de composición descritas en el contexto de la disolución de proteína de suero de leche de la etapa a) se aplican igualmente a la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche obtenidos en la etapa c) excepto que se ha desnaturalizado una cantidad considerable de proteína nativa y, por tanto, se ha convertido, por ejemplo, en nanogeles de proteína de suero de leche. Además, el contenido de proteína total ha aumentado debido a la concentración.

10 Si el pH de la composición de nanogel de proteína de suero de leche debería ser diferente del pH usado durante la formación de los nanogeles de proteína de suero de leche, el método comprende preferiblemente una o más etapas de ajuste de pH de una o más de las corrientes que contienen nanogel de proteína de suero de leche obtenidas mediante o siguiendo la etapa b), por ejemplo, la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche, la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche y/o la alimentación de secador. El 15 uno o más ajustes de pH son suficientes para proporcionar una composición de nanogel de proteína de suero de leche que tiene el pH deseado, y preferiblemente uno de los intervalos preferidos mencionados en el contexto de la composición de nanogel de proteína de suero de leche. El uno o más ajustes de pH usan preferiblemente uno o más ácidos o bases adecuados, preferiblemente seleccionados de los ácidos o bases mencionados en el 20 presente documento.

La etapa d) es opcional, pero se prefiere en algunas realizaciones.

25 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el método no comprende la etapa d) y no se realiza ninguna etapa de secado.

Sin embargo, en otras realizaciones preferidas de la presente invención, el método comprende la etapa d) que implica secar una alimentación de secador que comprende nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c). La etapa d) se prefiere particularmente ya que proporciona la composición de nanogel de 30 proteína de suero de leche en forma de polvo que es fácil de transportar y tiene una mejor estabilidad de almacenamiento que una suspensión acuosa.

En el contexto de la presente invención, el término "alimentación de secador" se refiere a la alimentación líquida que se alimenta a un secador para convertir la alimentación en un polvo. La presente alimentación de secador 35 contiene nanogeles de proteína de suero de leche producidos en la etapa b).

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende los sólidos de la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche de la etapa b) y/o los sólidos de la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche de la etapa c). 40

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, los sólidos de la alimentación de secador comprenden los sólidos de la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche de la etapa b) y/o los sólidos de la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche de la etapa c).

45 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador es la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche de la etapa b) y/o la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche de la etapa c).

Preferiblemente, la alimentación de secador comprende una cantidad total de proteína de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente de al menos el 25 %, incluso más preferiblemente de al menos el 28 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 30 % p/p. 50

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende una cantidad total de proteína del 21-35 % p/p, más preferiblemente del 25-33 %, incluso más preferiblemente del 28-32 % p/p y lo más preferiblemente del 29-31 % p/p. 55

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende una cantidad total de proteína del 15-32 % p/p, más preferiblemente del 17-31 %, incluso más preferiblemente del 18-30 % p/p y lo más preferiblemente del 19-29 % p/p. 60

Preferiblemente, la alimentación de secador comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente de al menos el 25 %, incluso más preferiblemente de al menos el 28 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 30 % p/p.

65 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 21-35 % p/p, más preferiblemente del 25-33 %, incluso más

preferiblemente del 28-32 % p/p y lo más preferiblemente del 29-31 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 10-35 % p/p, más preferiblemente del 12-30 %, incluso más preferiblemente del 14-25 % p/p y lo más preferiblemente del 15-20 % p/p.

Los inventores han visto indicios de que el secado de una alimentación de secador que comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 10-25 % p/p proporciona una composición de nanogel de proteína de suero de leche seca que tiene una dispersabilidad mejorada cuando se reconstituye en agua. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la invención, la alimentación de secador comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 10-25 % p/p, más preferiblemente del 12-25 %, incluso más preferiblemente del 14-20 % p/p y lo más preferiblemente del 15-20 % p/p.

Se prefiere que la alimentación de secador comprenda agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 8 % p/p, más preferiblemente de como máximo el 6 %, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 60 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total.

Son factibles y se prefieren a menudo contenidos incluso mayores de nanogel de proteína de suero de leche. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 94 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 96 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 98 % p/p en relación con la proteína total.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende:

- un contenido de BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- un contenido de sólidos totales en el intervalo del 21-40 % p/p, lo más preferiblemente del 24-35 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

En realizaciones más preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende:

- un contenido de BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- un contenido de sólidos totales en el intervalo del 8-25 % p/p, lo más preferiblemente del 12-22 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-70 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-65 % p/p.

En realizaciones incluso más preferidas de la presente invención, la alimentación de secador comprende:

- un contenido de BLG total en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p,

- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- 5 – un contenido de sólidos totales en el intervalo del 8-25 % p/p, lo más preferiblemente del 12-22 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-70 % p/p, y
- 10 – agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-65 % p/p.

Se prefiere particularmente que la alimentación de secador contenga hidratos de carbono en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con los sólidos totales.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, la alimentación de secador contiene hidratos de carbono en una cantidad en el intervalo del 1-15 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente del 5-15 % p/p y lo más preferiblemente del 8-15 % p/p en relación con los sólidos totales. Los inventores han visto indicios de que tales realizaciones son útiles para composiciones de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo ya que parecen facilitar la reconstitución e hidratación del polvo. Preferiblemente, el hidrato de carbono comprende preferiblemente o incluso consiste en hidrato de carbono digerible tal como, por ejemplo, sacarosa, lactosa, glucosa, galactosa y/o maltodextrina.

El hidrato de carbono puede estar presente en la disolución de proteína de suero de leche antes del tratamiento térmico de la etapa b). Sin embargo, en algunas realizaciones preferidas de la invención, al menos parte del hidrato de carbono de la alimentación de secador se añade después del tratamiento térmico de la etapa b).

Además, se prefiere particularmente que la alimentación de secador contenga lípidos en una cantidad de como máximo el 8 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con los sólidos totales.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el método es un método de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo, comprendiendo el método:

a) proporcionar una disolución de proteína de suero de leche que tiene:

- 40 – un contenido de BLG nativa en una cantidad del 8-30 % p/p, más preferiblemente del 12-24 % p/p,
- un contenido de BLG nativa en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- 45 – un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con los sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- un pH en el intervalo de 5,8-7,5, lo más preferiblemente de 5,8-6,5,
- 50 – una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es
 - como máximo 0,0041*pH-0,0209, y
 - 55 – al menos 0,0037*pH-0,0234 pero superior a cero, y
 - una concentración total de cationes metálicos monovalentes de
 - 60 – como máximo 20 mM y lo más preferiblemente de como máximo 15 mM, si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p, o
 - como máximo 15 mM y lo más preferiblemente de como máximo 10 mM, si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es de al menos el 10 % p/p,
 - 65

b) calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de 80-100 °C, lo más preferiblemente al menos 85-95 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche, la duración suficiente para desnaturalizar al menos el 90 % de la BLG nativa, lo más preferiblemente al menos el 95 %,

c) opcionalmente, concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche para obtener una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche,

d) secar una alimentación de secador mediante secado por pulverización, comprendiendo la alimentación de secador nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c), preferiblemente la alimentación de secador es la suspensión de la etapa b) o la suspensión concentrada de la etapa c).

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el método es un método de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo, comprendiendo el método:

a) proporcionar una disolución de proteína de suero de leche que tiene:

- un contenido de BLG nativa en una cantidad del 8-30 % p/p, más preferiblemente del 12-24 % p/p,
- un contenido de BLG nativa en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- un pH en el intervalo de 5,8-7,5, lo más preferiblemente de 5,8-6,5,
- una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es
 - como máximo $0,0041 \cdot \text{pH} - 0,0209$, y
 - al menos $0,0037 \cdot \text{pH} - 0,0234$ pero superior a cero, y
- una concentración total de cationes metálicos monovalentes de
 - como máximo 20 mM y lo más preferiblemente de como máximo 15 mM, si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p, o
 - como máximo 15 mM y lo más preferiblemente de como máximo 10 mM, si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es de al menos el 10 % p/p,

b) calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de 80-100 °C, lo más preferiblemente al menos 85-95 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche, la duración suficiente para desnaturalizar al menos el 90 % de la BLG nativa, lo más preferiblemente al menos el 95 %,

c) si la concentración de nanogeles de proteína de suero de leche en la suspensión de la etapa b) está por debajo de la concentración de nanogeles de proteína de suero de leche requerida de la etapa d), entonces concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche para obtener una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche que tienen la concentración de nanogeles de proteína de suero de leche requerida,

d) secar una alimentación de secador mediante secado por pulverización, comprendiendo la alimentación de secador nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c), preferiblemente la alimentación de secador es la suspensión de la etapa b) o la suspensión concentrada de la etapa c), comprendiendo la alimentación de secador:

- un contenido de BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos

totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

- un contenido de sólidos totales en el intervalo del 21-40 % p/p, lo más preferiblemente del 24-35 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y
- -agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el método es un método de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo, comprendiendo el método:

a) proporcionar una disolución de proteína de suero de leche que tiene:

- un contenido de BLG nativa en una cantidad del 16-30 % p/p, lo más preferiblemente del 18-24 % p/p,
- un contenido de BLG nativa en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- un pH en el intervalo de 5,8-7,5, lo más preferiblemente de 5,8-6,5,
- una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es
 - como máximo $0,0041 \cdot \text{pH} - 0,0209$, y
 - al menos $0,0037 \cdot \text{pH} - 0,0234$ pero superior a cero, y
- una concentración total de cationes metálicos monovalentes de
 - como máximo 20 mM y lo más preferiblemente de como máximo 15 mM, si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p, o
 - como máximo 15 mM y lo más preferiblemente de como máximo 10 mM, si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es de al menos el 10 % p/p,

b) calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de 80-100 °C, lo más preferiblemente al menos 85-95 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche, la duración suficiente para desnaturalizar al menos el 90 % de la BLG nativa, lo más preferiblemente al menos el 95 %,

d) secar una alimentación de secador mediante secado por pulverización, comprendiendo la alimentación de secador nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c), la alimentación de secador es la suspensión de la etapa b).

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el método es un método de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo, comprendiendo el método:

a) proporcionar una disolución de proteína de suero de leche que tiene:

- un contenido de BLG nativa en una cantidad del 3-10 % p/p, lo más preferiblemente del 4-8 % p/p,
- un contenido de BLG nativa en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con los sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- un pH en el intervalo de 5,8-7,5, lo más preferiblemente de 5,8-6,5,

- una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es
 - como máximo $0,0041 \cdot \text{pH} - 0,0209$, y
 - al menos $0,0037 \cdot \text{pH} - 0,0234$ pero superior a cero, y
 - una concentración total de cationes metálicos monovalentes de
 - como máximo 15 mM y lo más preferiblemente de como máximo 10 mM,
- b) calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de 80-100 °C, lo más preferiblemente al menos 85-95 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche, la duración suficiente para desnaturalizar al menos el 90 % de la BLG nativa, lo más preferiblemente al menos el 95 %,
- c) concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche para obtener una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche que tienen la concentración de nanogel de proteína de suero de leche requerida en la etapa d),
- d) secar una alimentación de secador mediante secado por pulverización, comprendiendo la alimentación de secador nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c), la alimentación de secador es la suspensión concentrada de la etapa c), comprendiendo la alimentación de secador:
 - un contenido de BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
 - un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
 - un contenido de sólidos totales en el intervalo del 21-40 % p/p, lo más preferiblemente del 24-35 % p/p,
 - nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y
 - agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.
- Se prefiere particularmente que la composición de nanogel de proteína de suero de leche contenga hidratos de carbono en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con sólidos totales, incluso más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p en relación con sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con sólidos totales.
- En algunas realizaciones preferidas de la invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche contiene hidratos de carbono en una cantidad en el intervalo del 1-15 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente del 5-15 % p/p y lo más preferiblemente del 8-15 % p/p en relación con los sólidos totales. Los inventores han visto indicios de que tales realizaciones son útiles para composiciones de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo ya que parecen facilitar la reconstitución e hidratación del polvo. Preferiblemente, el hidrato de carbono comprende o incluso consiste en hidrato de carbono digerible tal como, por ejemplo, sacarosa, lactosa, glucosa, galactosa y/o maltodextrina.
- Además, se prefiere particularmente que la composición de nanogel de proteína de suero de leche contenga lípidos en una cantidad de como máximo el 8 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con los sólidos totales.
- En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, el método es un método de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo, comprendiendo el método:
 - a) proporcionar una disolución de proteína de suero de leche que tiene:
 - un contenido de BLG nativa en una cantidad del 8-20 % p/p, lo más preferiblemente del 12-

18 % p/p,

5

- un contenido de BLG nativa en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

10

- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

- un pH en el intervalo de 5,8-7,5, lo más preferiblemente de 5,9-6,5,

- una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es

15

- como máximo 0,0041*pH-0,0209, y

- al menos 0,0037*pH-0,0234 pero superior a cero, y

- una concentración total de cationes metálicos monovalentes de

20

- 18-25 mM y lo más preferiblemente 20-25 mM, si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p, o

- 15-20 mM y lo más preferiblemente 17-20 mM, si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es de al menos el 10 % p/p,

25

b) calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de 80-100 °C, lo más preferiblemente al menos 85-95 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche, la duración suficiente para desnaturalizar al menos el 90 % de la BLG nativa, lo más preferiblemente al menos el 95 %,

30

c) opcionalmente, concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche para obtener una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche,

35

d) secar una alimentación de secador mediante secado por pulverización, comprendiendo la alimentación de secador nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c), preferiblemente la alimentación de secador es la suspensión de la etapa b) o la suspensión concentrada de la etapa c), preferiblemente comprendiendo la alimentación de secador

40

- un contenido de BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

- un contenido de proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

45

- un contenido de sólidos totales en el intervalo del 8-25 % p/p, lo más preferiblemente del 12-22 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-70 % p/p, y

50

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-65 % p/p.

55

Aún un aspecto de la invención se refiere a una composición de nanogel de proteína de suero de leche que comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 30 % en relación con la proteína total y una cantidad total de proteína de al menos el 30 % p/p en relación con los sólidos totales. La composición de nanogel de proteína de suero de leche puede obtenerse preferiblemente mediante el método descrito en el presente documento.

60

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 60 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total.

65

A menudo se prefieren contenidos incluso mayores de nanogel de proteína de suero de leche, y en otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche

comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 94 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 96 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 98 % p/p en relación con la proteína total.

- 5 Incluso puede preferirse que la composición de nanogel de proteína de suero de leche contenga nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de aproximadamente el 100 % p/p en relación con la proteína total.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 30 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 20 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 10 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con la proteína total.

15 A menudo se prefieren incluso contenidos más bajos de agregado de proteína de suero de leche soluble y la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende preferiblemente agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 3 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con la proteína total.

20 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 30 % p/p en relación con el peso total de la composición, más preferiblemente de como máximo el 20 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 10 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con el peso total de la composición.

25 A menudo se prefieren incluso contenidos más bajos de agregado de proteína de suero de leche soluble y la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende preferiblemente agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 3 % p/p en relación con el peso total de la composición, más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p en relación con el peso total de la composición, incluso más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p en relación con el peso total de la composición y lo más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con el peso total de la composición.

30 La composición de nanogel de proteína de suero de leche que tiene un bajo contenido de agregados de proteína de suero de leche solubles es particularmente útil para bebidas ácidas de alto contenido de proteína.

35 Los presentes inventores han visto indicios de que tales composiciones de nanogel de proteína de suero de leche que tienen un contenido aumentado de nanogeles de proteína de suero de leche parecen estar sujetas a una digestión gastrointestinal más lenta y forman menos gel en el entorno ácido del estómago que los agregados de proteína de suero de leche solubles. Por tanto, los nanogeles de proteína de suero de leche parecen aportar
40 menos al desarrollo de la estructura y la sensación de saciedad que los agregados de proteína de suero de leche solubles. Esto hace que estos nanogeles de proteína de suero de leche sean útiles para bebidas de alta energía para nutrición clínica de cualquier pH que no debería promover una sensación de saciedad.

45 Los presentes inventores han observado que las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche que tienen un contenido significativo de agregados de proteína de suero de leche solubles son estables frente al tratamiento térmico y además generan gel tras la acidificación. Esto hace que tales composiciones de nanogel de proteína de suero de leche sean muy adecuadas para productos alimenticios ácidos espesados que se producen pasteurizando una base alimenticia líquida y posteriormente acidificando la base alimenticia tratada térmicamente. Esto es útil, por ejemplo, para reemplazar el uso de hidrocoloides basados en hidratos de carbono
50 tales como almidones, gomas o pectinas.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende:

- 55 — una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-70 % p/p, y.
- 60 — agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-65 % p/p.

65 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende:

- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p,
- 5 • nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-70 % p/p, y.
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-65 % p/p.

10 Los presentes inventores han visto indicios de que tales composiciones de nanogel de proteína de suero de leche que tienen un contenido aumentado de agregados de proteína de suero de leche solubles parecen estar sujetas a una digestión gastrointestinal más rápida y se cree que forman gel en el entorno ácido del estómago y aportan al desarrollo de la estructura y la sensación de saciedad. Esto hace que estas composiciones de nanogel
15 de proteína de suero de leche sean útiles para bebidas que pueden promover una saciedad mejorada y/o una digestión rápida de la proteína.

La composición de nanogel de proteína de suero de leche que contiene agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente del 30-65 %
20 p/p, puede usarse como componente alimenticio para producir un producto alimenticio espesado que tiene un pH de menos de 5,5 y una viscosidad de más de 200 cP medida a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹

Se prefiere normalmente que la composición de nanogel de proteína de suero de leche de la presente invención
25 contenga una baja cantidad de partículas de proteína de suero de leche más grandes que pueden provocar sedimentación en bebidas e incluso una impresión arenosa. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende micropartículas de proteína de suero de leche en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % p/p y lo más
30 preferiblemente de como máximo el 1 % p/p en relación con la proteína total. El contenido de micropartículas de proteína de suero de leche se determina según el análisis 3.

Las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche de los presentes ejemplos normalmente contenían
35 menos del 4 % p/p de micropartículas de proteína de suero de leche si las hubiera.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de
40 leche comprende proteína total en una cantidad de al menos el 30 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de al menos el 60 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de al menos el 70 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p en relación con los sólidos totales.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de
45 leche comprende proteína total en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de al menos el 92 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p en relación con los sólidos totales.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de
50 leche comprende proteína total en una cantidad de al menos el 30 % p/p, más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 70 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de
55 leche comprende proteína total en una cantidad de al menos el 85 % p/p, más preferiblemente de al menos el 90 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 92 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de
60 leche comprende BLG total en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 60 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p en relación con la proteína total.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de
65 leche comprende BLG total en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, más

preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p en relación con la proteína total. A menudo se prefiere que la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprenda BLG total en una cantidad de al menos el 97 % p/p en relación con la proteína total.

En realizaciones más preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprende BLG total en una cantidad en el intervalo del 50-80 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente en el intervalo del 52-75 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente en el intervalo del 54-70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente en el intervalo del 55-65 % p/p en relación con la proteína total.

En el contexto de la presente invención, el término "BLG total en una cantidad" y "una cantidad total de BLG" se usan indistintamente y ambos se refieren a la cantidad total de BLG de la composición en cuestión que incluye BLG tanto nativa como desnaturalizada.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche es un líquido y comprende sólidos totales en una cantidad del 1-50 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 10-45 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 15-40 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 20-35 % p/p.

Se prefiere que si la composición de nanogel de proteína de suero de leche es un líquido comprenda agua en una cantidad del 50-99 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 55-90 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 60-85 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 65-80 % p/p.

En el contexto de las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche líquidas se prefiere que los agregados de proteína de suero de leche solubles estén presentes en una cantidad de como máximo el 8 % p/p, más preferiblemente de como máximo el 6 %, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche es un polvo y comprende sólidos totales en una cantidad del 90-99 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 92-99 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 94-99 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 95-99 % p/p.

Se prefiere que si la composición de nanogel de proteína de suero de leche es un polvo comprenda agua en una cantidad del agua en una cantidad del 1-10 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 1-8 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 1-6 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 1-5 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche es una pasta y comprende sólidos totales en una cantidad del 51-89 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 55-90 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 60-85 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 65-80 % p/p.

Se prefiere que si la composición de nanogel de proteína de suero de leche es un polvo comprenda agua en una cantidad del 11-49 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 13-45 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 15-40 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 20-35 % p/p.

Aunque es posible un amplio intervalo de pH, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene preferiblemente un pH en el intervalo de 3-8, más preferiblemente de 4-7, incluso más preferiblemente de 5-7 y lo más preferiblemente de 6-7.

Si la composición de nanogel de proteína de suero de leche contiene una cantidad considerable de agregados de proteína de suero de leche solubles, se prefiere que el pH esté en el intervalo de 5,7-8 y lo más preferiblemente en el intervalo de 6,0-7,5.

Los presentes inventores han encontrado que las variantes de pH neutro de la composición de nanogel de proteína de suero de leche son particularmente adecuadas para aplicaciones de alimentos de pH neutro en las que el pH del producto alimenticio final, por ejemplo, una bebida, está cerca del pH de la composición de nanogel de proteína de suero de leche. Esto reduce el riesgo de aglomeración no deseada de proteína durante la manipulación de la proteína y particularmente durante los ajustes de pH.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 6-8 y lo más preferiblemente de 6-7. En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 7-8.

En realizaciones más preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de

leche tiene un pH en el intervalo de 6,5-8,0 y más preferiblemente de 6,6-7,5, incluso más preferiblemente de 6,8-7,5 y lo más preferiblemente de 6,9-7,5.

De manera similar a la situación para las variantes de pH neutro de la composición de nanogel de proteína de suero de leche, los presentes inventores han encontrado que las variantes ácidas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche son particularmente adecuadas para aplicaciones de alimentos ácidos en las que el pH del producto alimenticio final, por ejemplo, una bebida, está cerca del pH de la composición de nanogel de proteína de suero de leche ya que reduce el riesgo de aglomeración no deseada de proteína durante la manipulación de la proteína y particularmente durante los ajustes de pH.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 3-5 y lo más preferiblemente de 3-4.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 4-5.

En realizaciones más preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 3-5,5 y más preferiblemente de 3,0-5,0, incluso más preferiblemente de 3,0-4,7 y lo más preferiblemente de 3,5-4,5.

Los nanogeles de la presente invención tienen normalmente un tamaño de partícula en el intervalo nanométrico.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-1000 nm, más preferiblemente de 170-900 nm, incluso más preferiblemente de 200-800 nm y lo más preferiblemente de 250-700 nm.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z de 150-800 nm, más preferiblemente de 250-700 nm, incluso más preferiblemente de 300-600 nm y lo más preferiblemente de 350-500 nm.

Si los nanogeles se proporcionan en forma de composición de nanogel de proteína de suero de leche en polvo, la medición del tamaño de partícula y el índice de polidispersidad requieren la reconstitución en agua y la hidratación de los nanogeles de proteína de suero de leche antes de la medición del tamaño de partícula, y preferiblemente someter los nanogeles de proteína de suero de leche reconstituidos a homogeneización para asegurarse de que se han hidratado.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,3, más preferiblemente de como máximo 0,2, incluso más preferiblemente de como máximo 0,1 y lo más preferiblemente de como máximo 0,05.

Si la composición de nanogel de proteína de suero de leche, por ejemplo, se prepara secando directamente la suspensión de nanogel de proteína de suero de leche de la etapa b) o la suspensión concentrada de la etapa c), contiene el mismo o ligeramente menos mineral basándose en sólidos totales que la disolución de proteína de suero de leche.

Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa de como máximo 0,0070, más preferiblemente de como máximo 0,0065, incluso más preferiblemente de como máximo 0,0060 y lo más preferiblemente de como máximo 0,0050.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG total de como máximo 0,0045, más preferiblemente de como máximo 0,0040, incluso más preferiblemente de como máximo 0,0035 y lo más preferiblemente a 0,0030.

A menudo se prefieren razones en peso incluso más bajas y en algunas realizaciones preferidas de la presente invención la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG total de como máximo 0,0025, más preferiblemente de como máximo 0,0020, incluso más preferiblemente de como máximo 0,0015 y lo más preferiblemente a 0,0010.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG total en el intervalo de 0,0010-0,0030 y lo más preferiblemente en el intervalo de 0,0017-0,0027.

La composición de nanogel de proteína de suero de leche puede tener preferiblemente una concentración total de cationes metálicos monovalentes de como máximo 20 mM, cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q, más preferiblemente de como máximo 15 mM, incluso más preferiblemente de como máximo 10 mM y más preferiblemente de como máximo 5 mM.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene un contenido total de iones metálicos monovalentes de como máximo el 0,5 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 0,3 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,01 % p/p en relación con los sólidos totales.

Aunque el presente método limita la razón en peso entre el calcio y la BLG nativa durante el tratamiento térmico de la etapa b) es posible enriquecer la suspensión resultante de nanogel de proteína de suero de leche con calcio y otros minerales. Esto puede ser ventajoso, por ejemplo, si la composición de nanogel de proteína de suero de leche va a usarse para enriquecer el contenido de minerales de un producto alimenticio.

Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG total de al menos 0,005, más preferiblemente de al menos 0,01, incluso más preferiblemente de al menos 0,02 y lo más preferiblemente de al menos 0,03.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG total de 0,005-0,050, más preferiblemente de 0,010-0,045, incluso más de 0,015-0,040 y lo más preferiblemente de 0,020-0,035.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene una concentración total de cationes metálicos monovalentes de más de 20 mM, cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total mediante evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q, más preferiblemente de al menos 25 mM, incluso más preferiblemente de al menos 50 mM y más preferiblemente de al menos 100 mM.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene una concentración total de cationes metálicos monovalentes de 20-400 mM, cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q, más preferiblemente de al menos 40-350 mM, incluso más preferiblemente de 50-300 mM y lo más preferiblemente de 60-250 mM.

La composición de nanogel de proteína de suero de leche puede comprender otros macronutrientes distintos de proteínas, tales como, por ejemplo, hidratos de carbono y/o lípidos.

Sin embargo, a menudo se prefiere que la composición de nanogel de proteína de suero de leche contenga hidratos de carbono en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con los sólidos totales.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche contiene hidratos de carbono en una cantidad en el intervalo del 1-15 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente del 5-15 % p/p y lo más preferiblemente del 8-15 % p/p en relación con los sólidos totales. Los inventores han visto indicios de que tales realizaciones son útiles para composiciones de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo ya que parecen facilitar la reconstitución e hidratación del polvo. Preferiblemente, el hidrato de carbono comprende o incluso consiste en hidrato de carbono digerible tal como, por ejemplo, sacarosa, lactosa, glucosa, galactosa y/o maltodextrina.

Además, a menudo se prefiere que la composición de nanogel de proteína de suero de leche contenga lípidos en una cantidad de como máximo el 8 % p/p en relación con los sólidos totales, más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p en relación con los sólidos totales, incluso más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con los sólidos totales y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p en relación con los sólidos totales.

La composición de nanogel de proteína de suero de leche puede comprender otros macronutrientes y componentes distintos de proteínas. Las realizaciones y preferencias descritas a continuación en el contexto de la bebida envasada tratada térmicamente y que pertenecen a macronutrientes y componentes adicionales se aplican igualmente a la composición de nanogel de proteína de suero de leche y se hace referencia a esas realizaciones en lugar de repetirlas en el presente documento.

En algunas realizaciones particularmente preferidas de la invención, la composición de nanogel de proteína de

suero de leche tiene la misma composición química que la de la bebida envasada tratada térmicamente, excepto que la proteína está en forma nativa.

5 En otras realizaciones particularmente preferidas de la invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche tiene la misma composición química que la de la bebida envasada tratada térmicamente.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 10 – sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- 15 – una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- 20 – nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

25 y uno o más de los siguientes:

- i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,
- 30 ii) tiene una viscosidad de como máximo 150 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- 35 iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada que tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 40 – sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- 45 – una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- 50 – nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

55 y uno o más de los siguientes:

- i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,
- 60 ii) tiene una viscosidad de como máximo 150 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice

de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 5 – sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- 10 – proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- 15 – nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 85 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 20 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 15 % p/p
- 20

y uno o más de los siguientes:

- 25 i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,
- ii) tiene una viscosidad de como máximo 300 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- 30 iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada que tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 35 – sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- 40 – proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- 45 – nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p
- 50

y uno o más de los siguientes:

- 55 i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,
- ii) tiene una viscosidad de como máximo 300 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- 60 iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- 5 — proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- 10 — nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-70 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-65 % p/p
- 15

y uno o más de los siguientes:

- 20 i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y
- iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.
- 25 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:
 - sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
 - 30 — proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
 - una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
 - 35 — nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-59 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-50 % p/p, y
 - agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 21-50 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-45 % p/p
 - 40

y uno o más de los siguientes:

- 45 i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y
- iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.
- 50

Los polvos de la presente invención se secan preferiblemente mediante secado por pulverización.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de líquido, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 55 — proteína total en una cantidad del 21-35 % p/p en relación con el peso total de la composición de nanogel de proteína de suero de leche, lo más preferiblemente del 24-32 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- 60 — BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente en una cantidad de como máximo el 5 % p/p,

y uno o más de:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y

ii) tiene una viscosidad de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de líquido tiene una viscosidad de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q, más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, incluso más preferiblemente de como máximo 50 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ y lo más preferiblemente de como máximo 20 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹.

Aunque pueden usarse otros métodos para preparar la presente composición de nanogel de proteína de suero de leche, se prefiere que la composición de nanogel de proteína de suero de leche pueda obtenerse mediante el método descrito en el presente documento.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,

- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

ii) tiene una viscosidad de como máximo 150 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada que tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,

- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- 5 — una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p, y
- 10 — agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

y uno o más de los siguientes:

- 15 i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,
- 20 ii) tiene una viscosidad de como máximo 150 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- 25 iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 30 — sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- 35 — una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y
- 40 — agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

45 y uno o más de los siguientes:

- i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,
- 50 ii) tiene una viscosidad de como máximo 150 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- 55 iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 60 — sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más

preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 85 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 20 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 15 % p/p

y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

ii) tiene una viscosidad de como máximo 300 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada que tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,

- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

ii) tiene una viscosidad de como máximo 300 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,

- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- 5 – nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

10 y uno o más de los siguientes:

- i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,
- 15 ii) tiene una viscosidad de como máximo 300 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- 20 iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 25 – sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- 30 – proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- 35 – nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-70 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-65 % p/p

40 y uno o más de los siguientes:

- 45 i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y
- iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 55 – sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- 60 – una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-59 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-50 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 21-50 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-45 % p/p

y uno o más de los siguientes:

5

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y

10

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

Los polvos de la presente invención se secan preferiblemente mediante secado por pulverización.

15

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de líquido y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

20

- proteína total en una cantidad del 21-35 % p/p en relación con el peso total de la composición de nanogel de proteína de suero de leche, lo más preferiblemente del 24-32 % p/p,

- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

25

- BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y

30

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente en una cantidad de como máximo el 5 % p/p,

y uno o más de:

35

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y

ii) tiene una viscosidad de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q, y

40

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

45

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de líquido y tiene un pH en el intervalo de 6-8, lo más preferiblemente de 7-8, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

50

- proteína total en una cantidad del 21-35 % p/p en relación con el peso total de la composición de nanogel de proteína de suero de leche, lo más preferiblemente del 24-32 % p/p,

- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

55

- BLG total en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p, y

60

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente en una cantidad de como máximo el 5 % p/p,

y uno o más de:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y

ii) tiene una viscosidad de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

— sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,

— proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

— una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

— nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y

— agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

ii) tiene una viscosidad de como máximo 150 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada que tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

— sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,

— proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

— una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,

— nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p, y

— agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

ii) tiene una viscosidad de como máximo 150 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

- 5 iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo

10 dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

— sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,

15 — proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

— una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,

20

— nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y

25 — agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

y uno o más de los siguientes:

30 i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

ii) tiene una viscosidad de como máximo 150 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

35

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo

40 dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

— sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,

45

— proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

— una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

50

— nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 85 % p/p, y

55 — agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 20 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 15 % p/p

y uno o más de los siguientes:

60 i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

ii) tiene una viscosidad de como máximo 300 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más

preferiblemente de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada que tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

5

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- 10 – sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- 15 – una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- 20 – nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

25 y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

30 ii) tiene una viscosidad de como máximo 300 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

35 iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

40

- sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- 45 – proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- 50 – nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p

55

y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm,

60

ii) tiene una viscosidad de como máximo 300 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q y lo más preferiblemente de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo y tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-70 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-65 % p/p

y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de polvo que tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- sólidos totales en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con el peso total de la composición, lo más preferiblemente de al menos el 94 % p/p,
- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,
- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-59 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente del 35-50 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 21-50 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 30-45 % p/p

y uno o más de los siguientes:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

Los polvos de la presente invención se secan preferiblemente mediante secado por pulverización.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la composición de nanogel de proteína de suero de leche está en forma de líquido y tiene un pH en el intervalo de 3-5, lo más preferiblemente de 3-4, comprendiendo dicha composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- proteína total en una cantidad del 21-35 % p/p en relación con el peso total de la composición de

nanogel de proteína de suero de leche, lo más preferiblemente del 24-32 % p/p,

- proteína total en una cantidad de al menos el 80 % p/p en relación con sólidos totales, lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p,

- BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente en una cantidad de como máximo el 5 % p/p,

y uno o más de:

i) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-900 nm, y

ii) tiene una viscosidad de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando se normaliza al 20 % p/p de proteína total por evaporación a vacío o adición de agua Milli-Q, y

iii) las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,2.

La composición de nanogel de proteína de suero de leche se prepara preferiblemente mediante desnaturalización por calor de proteína de suero de leche a un pH en el intervalo de 5,8-7,5 o uno de los subintervalos preferidos descritos en el contexto de la disolución de proteína de suero de leche de la etapa a).

Aún un aspecto de la invención se refiere a un nanogel de proteína de suero de leche que puede obtenerse mediante el método descrito en el presente documento. Los nanogeles de proteína de suero de leche individuales pueden separarse, por ejemplo, mediante microfiltración, centrifugación diferencial y centrifugación con gradientes de densidad.

Una pluralidad de los presentes nanogeles de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen preferiblemente un diámetro promedio z de 150-1000 nm, más preferiblemente de 170-900 nm, incluso más preferiblemente de 200-800 nm y lo más preferiblemente de 250-700 nm.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, una pluralidad de los presentes nanogeles de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z de 150-800 nm, más preferiblemente de 250-700 nm, incluso más preferiblemente de 300-600 nm y lo más preferiblemente de 350-500 nm.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, los presentes nanogeles de proteína de suero de leche proporcionan una viscosidad de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando tales nanogeles de proteína de suero de leche están presentes en una cantidad del 20,0 % p/p en agua desmineralizada, más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, incluso más preferiblemente de como máximo 50 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ y lo más preferiblemente de como máximo 40 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, una pluralidad de los presentes nanogeles de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un índice de polidispersidad de como máximo 0,3, más preferiblemente de como máximo 0,2 y lo más preferiblemente de como máximo 0,1.

Aún un aspecto de la presente invención se refiere a un producto alimenticio que comprende una composición de nanogel de proteína de suero de leche tal como se define en el presente documento o una pluralidad de nanogeles de proteína de suero de leche tal como se define en el presente documento.

El producto alimenticio contiene preferiblemente al menos uno o más componentes adicionales además de la composición de nanogel de proteína de suero de leche o los nanogeles de proteína de suero de leche y/o se ha convertido en un producto que ya no es una composición de nanogel de proteína de suero de leche.

El producto alimenticio es preferiblemente una bebida, un producto alimenticio ácido espesado o un producto alimenticio sólido.

Los inventores han encontrado que los presentes nanogeles de proteína de suero de leche y las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche son particularmente útiles para bebidas y, preferiblemente, bebidas envasadas tratadas térmicamente que tienen un alto contenido de proteína.

- 5 Por tanto, un aspecto específico de la invención se refiere a una bebida envasada tratada térmicamente que comprende al menos nanogeles de proteína de suero de leche.

10 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3-8 y comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 1 % p/p.

15 Se prefiere particularmente que los nanogeles de proteína de suero de leche de las bebidas se proporcionen mediante las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche definidas en el presente documento o sean nanogeles de proteína de suero de leche tal como se definen en el presente documento. Además, se prefiere particularmente que los nanogeles de proteína de suero de leche de las bebidas puedan obtenerse mediante el método descrito en el presente documento.

20 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende proteína total en una cantidad en el intervalo del 1-32 % p/p, más preferiblemente del 5-31 % p/p, incluso más preferiblemente del 10-30 % p/p y lo más preferiblemente del 21-30 % p/p.

25 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende proteína total en una cantidad en el intervalo del 17-32 % p/p, más preferiblemente del 21-31 % p/p, incluso más preferiblemente del 22-30 % p/p y lo más preferiblemente del 24-30 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende proteína total en una cantidad en el intervalo del 8-32 % p/p, más preferiblemente del 9-24 % p/p, incluso más preferiblemente del 10-22 % p/p y lo más preferiblemente del 11-20 % p/p.

30 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende BLG total en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 60 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p en relación con la proteína total.

35 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende BLG total en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p en relación con la proteína total. A menudo se prefiere que la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprenda BLG total en una cantidad de al menos el 97 % p/p en relación con la proteína total.

45 En realizaciones más preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende BLG total en una cantidad en el intervalo del 50-80 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente en el intervalo del 52-75 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente en el intervalo del 54-70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente en el intervalo del 55-65 % p/p en relación con la proteína total.

50 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 5 % p/p, más preferiblemente de al menos el 8 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 10 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo al menos el 11 % p/p.

55 Preferiblemente, la bebida envasada tratada térmicamente puede comprender nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 5-32 % p/p, más preferiblemente del 8-24 % p/p, incluso más preferiblemente del 10-22 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 11-20 % p/p.

60 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente al menos el 22 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 25 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 28 % p/p.

65 Preferiblemente, la bebida envasada tratada térmicamente comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 21-32 % p/p, más preferiblemente del 22-31 % p/p, incluso más preferiblemente del 23-30 % p/p y lo más preferiblemente del 24-30 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total. A menudo se prefieren contenidos incluso mayores de nanogel de proteína de suero de leche y en otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 94 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 96 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 98 % p/p en relación con la proteína total.

El grado de desnaturalización de BLG de las bebidas es preferiblemente muy alto. En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un grado de desnaturalización de BLG de al menos el 70 % en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 80 %, incluso más preferiblemente de al menos el 85 % y lo más preferiblemente de al menos el 90 %. A menudo se prefiere un grado incluso mayor de desnaturalización de BLG y en otras realizaciones preferidas de la presente invención la bebida envasada tratada térmicamente tiene un grado de desnaturalización de BLG de al menos el 92 %, más preferiblemente de al menos el 94 %, incluso más preferiblemente de al menos el 96 % y lo más preferiblemente de al menos el 98 %.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 30 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 20 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 10 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con la proteína total.

A menudo se prefieren contenidos incluso más bajos de agregado de proteína de suero de leche soluble y la bebida envasada tratada térmicamente comprende preferiblemente agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 3 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con la proteína total.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 8 % p/p en relación con el peso total de la bebida, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con el peso total de la bebida.

Se prefiere normalmente que la bebida envasada tratada térmicamente de la presente invención contenga una cantidad baja de partículas mayores de proteína de suero de leche que pueden provocar sedimentación en bebidas e incluso una impresión arenosa. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende micropartículas de proteína de suero de leche en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p en relación con la proteína total. El contenido de micropartículas de proteína de suero de leche se determina según el análisis 3.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende:

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende:

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente al menos el 89 % p/p, y

- Agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 11 % p/p.

5 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un contenido de sólidos totales en una cantidad del 3-50 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 4-40 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 6-35 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 8-30 % p/p.

10 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un contenido de sólidos totales en una cantidad del 10-50 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 12-40 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 14-35 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 16-30 % p/p.

15 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un contenido de agua en una cantidad del 50-97 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 60-96 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 65-94 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 70-92 % p/p.

20 La porción de la bebida envasada tratada térmicamente que no es sólidos es preferiblemente agua.

El pH de la bebida puede abarcar desde ácido hasta ligeramente alcalino.

25 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 5,5-8,0, más preferiblemente de 6,0-7,5, incluso más preferiblemente de 6,2-7,3 y lo más preferiblemente de 6,3-7,2.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 6,0-7,5, más preferiblemente de 6,2-7,5 y lo más preferiblemente de 6,3-7,5.

30 En realizaciones más preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 6,0-8,0, más preferiblemente de 6,6-7,7, incluso más preferiblemente de 6,7-7,6 y lo más preferiblemente de 6,8-7,5.

35 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, más preferiblemente de 3,5-5,0, incluso más preferiblemente de 3,7-4,8 y lo más preferiblemente de 4,0-4,6.

40 En realizaciones más preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, más preferiblemente de 3,0-5,0, incluso más preferiblemente de 3,5-5,0 y lo más preferiblemente de 3,5-4,6.

45 En realizaciones incluso más preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, más preferiblemente de 3,1-5,0, incluso más preferiblemente de 3,2-4,6 y lo más preferiblemente de 3,5-4,0.

50 Los inventores han encontrado que la aportación de viscosidad de los agregados de proteína de suero de leche solubles se vuelve menos pronunciada por debajo de pH 4,0. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3,0-4,0, más preferiblemente de 3,0-3,8 y lo más preferiblemente de 3,0-3,6. Preferiblemente, la bebida envasada tratada térmicamente puede tener un pH en el intervalo de 3,0-4,0, más preferiblemente de 3,0-3,8 y lo más preferiblemente de 3,0-3,6; y los nanogeles de proteína de suero de leche pueden aportar al menos el 50-95 % p/p de la proteína total de la bebida envasada tratada térmicamente, más preferiblemente el 55-85 % p/p e incluso más preferiblemente el 60-75 % p/p; y los agregados de proteína de suero de leche solubles pueden aportar el 5-50 % p/p de la proteína total de la bebida envasada tratada térmicamente, más preferiblemente el 15-45 % p/p y lo más preferiblemente el 25-30 % p/p.

60 Los inventores han encontrado además que un alto contenido de nanogeles de proteína de suero de leche en relación con la proteína total hace posible producir una bebida de baja viscosidad y alto contenido de proteína en el intervalo de pH 4,0-5,0, lo más preferiblemente de 4,2-4,8. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 4,0-5,0 y lo más preferiblemente de 4,2-4,8. Preferiblemente, la bebida envasada tratada térmicamente puede tener un pH en el intervalo de 4,0-5,0 y lo más preferiblemente de 4,2-4,8, y los nanogeles de proteína de suero de leche pueden aportar al menos el 80 % p/p de la proteína total de la bebida envasada tratada térmicamente, lo más preferiblemente al menos el 90 % p/p.

65 Los presentes inventores han observado que las bebidas de proteína ácidas tratadas térmicamente que

contienen los presentes nanogeles de proteína de suero de leche tienen sorprendentemente un sabor menos astringente que las bebidas comparables que contienen otros tipos de proteína de suero de leche desnaturalizada. Esto se documenta, por ejemplo, en el ejemplo 8. Esto es ventajoso, por ejemplo, para bebidas que se han sometido a un tratamiento térmico desnaturalizante de proteínas tal como, por ejemplo, un

5

Una ventaja de la presente bebida envasada tratada térmicamente es que tiene una viscosidad sorprendentemente baja en comparación con la cantidad de proteína que contiene.

10 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene una viscosidad de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, incluso más preferiblemente de como máximo 50 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ y lo más preferiblemente de como máximo 20 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹.

15

Son posibles y a menudo deseables viscosidades incluso más bajas. Por tanto, en otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene una viscosidad de como máximo 15 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, más preferiblemente de como máximo 10 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, incluso más preferiblemente de como máximo 8 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ y lo más preferiblemente de como máximo 5 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹.

20

Se prefiere particularmente que la bebida envasada tratada térmicamente sea estéril.

25 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene una vida útil de almacenamiento a temperatura ambiental de al menos 6 meses, más preferiblemente de al menos 1 año e incluso más preferiblemente de al menos 2 años.

30 La bebida envasada tratada térmicamente de la presente invención puede comprender otros macronutrientes distintos de proteínas, tales como, por ejemplo, hidratos de carbono y/o lípidos.

En algunas realizaciones de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende además hidratos de carbono. El contenido total de hidratos de carbono en la bebida tratada térmicamente de la invención depende del uso previsto de la bebida tratada térmicamente.

35

El hidrato de carbono de la bebida envasada tratada térmicamente se proporciona preferiblemente por una o más fuentes de hidratos de carbono.

40 Las fuentes de hidratos de carbono útiles pueden seleccionarse del grupo que consiste en: sacarosa, maltosa, dextrosa, galactosa, maltodextrina, sólidos de jarabe de maíz, sucromalt, polímeros de glucosa, jarabe de maíz, almidones modificados, almidones resistentes, hidratos de carbono derivados del arroz, isomaltulosa, azúcar blanco, glucosa, fructosa, lactosa, jarabe de maíz con alto contenido de fructosa, miel, alcoholes de azúcar, fructooligosacáridos, fibra de soja, fibra de maíz, goma guar, harina de konjac, polidextrosa, fibersol y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones de la invención, la bebida envasada tratada

45

térmicamente comprende azúcares no digeribles como los fructanos, el fructano comprende inulina o fructooligosacáridos.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende hidratos de carbono entre el 0 y el 95 % del contenido energético total de la bebida, más preferiblemente en un intervalo entre el 10 y el 85 % del contenido energético total de la bebida, incluso más preferiblemente en un intervalo entre el 20 y el 75 % del contenido energético total de la bebida y lo más preferiblemente en un intervalo entre el 30 y el 60 % del contenido energético total de la bebida

50

A menudo se prefiere incluso un contenido de hidratos de carbono más bajo, por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la invención, preferiblemente en un intervalo entre el 0 y el 30 % del contenido energético total de la bebida, más preferiblemente en un intervalo entre el 0 y el 20 % del contenido energético total de la bebida, incluso más preferiblemente en un intervalo entre el 0 y el 10 % del contenido energético total de la bebida.

55

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida es particularmente útil como bebida deportiva y comprende, por ejemplo, una cantidad total de hidratos de carbono de como máximo el 75 % del contenido energético total de la bebida (E), más preferiblemente de como máximo el 40 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 10 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % de E.

60

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente es particularmente útil como suplemento nutricional nutricionalmente incompleto y comprende, por ejemplo, una cantidad total de hidratos de carbono en un intervalo entre el 70-95 % del contenido energético total de la bebida

65

(E), preferiblemente el 80-90 % de E.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende una cantidad total de hidratos de carbono en un intervalo entre el 30-60 % del contenido energético total de la bebida y lo más preferiblemente en un intervalo entre el 35-50 % de E. Tales bebidas son particularmente útiles para bebidas nutricionalmente completas.

En algunas realizaciones de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende además al menos un componente adicional seleccionado del grupo que consiste en vitaminas, agente aromatizante, minerales, edulcorantes, antioxidantes, ácido alimenticio, lípidos, hidratos de carbono, prebióticos, probióticos y proteínas que no son suero de leche, y una combinación de los mismos.

Los componentes adicionales pueden usarse para ajustar la aportación de nutrientes y las características de sabor y aroma de la bebida.

En una realización de la invención, la bebida comprende al menos un edulcorante de alta intensidad (HIS). El al menos un HIS se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en aspartamo, ciclamato, sucralosa, sal de acesulfamo, neotamo, sacarina, extracto de estevia, un glicósido de esteviol tal como, por ejemplo, rebaudiósido A, o una combinación de los mismos.

En algunas realizaciones de la invención, se prefiere particularmente que el edulcorante comprenda o incluso consista en uno o más edulcorantes de alta intensidad.

El HIS se encuentra tanto entre edulcorantes naturales como artificiales y normalmente tiene una intensidad edulcorante de al menos 10 veces la de la sacarosa.

Si se usa, la cantidad total de HIS de la bebida está normalmente en el intervalo del 0,001-2 % p/p. Preferiblemente, la cantidad total de HIS está en el intervalo del 0,005-1 % p/p. Lo más preferiblemente, la cantidad total de HIS está en el intervalo del 0,01-0,5 % p/p.

La elección del edulcorante puede depender de la bebida que va a producirse, por ejemplo, pueden usarse edulcorantes de alta intensidad (por ejemplo, aspartamo, acesulfamo-K o sucralosa) en bebidas en las que no se desea ninguna aportación energética del edulcorante, mientras que para bebidas que tienen un perfil natural pueden usarse edulcorantes naturales (por ejemplo, glicósidos de esteviol, sorbitol o sacarosa).

Puede preferirse además que el edulcorante comprenda o incluso consista en uno o más edulcorantes de poliol. Ejemplos no limitativos de edulcorantes de poliol útiles son maltitol, manitol, lactitol, sorbitol, inositol, xilitol, treitol, galactitol o combinaciones de los mismos. Si se usa, la cantidad total de edulcorante de poliol de la bebida está normalmente en el intervalo del 1-20 % p/p. Más preferiblemente, la cantidad total de edulcorante de poliol de la bebida está en el intervalo del 2-15 % p/p.

Incluso más preferiblemente, la cantidad total de edulcorante de poliol puede estar en el intervalo del 4-10 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende:

- una cantidad total de hidrato de carbono de como máximo el 1 % p/p, más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 0,1 % p/p, y
- una cantidad total de HIS en el intervalo del 0,001-2 % p/p, más preferiblemente en el intervalo del 0,005-1 % p/p y lo más preferiblemente en el intervalo del 0,01-0,5 % p/p.

En algunas realizaciones de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente comprende además lípidos. El contenido total de lípidos en la bebida tratada térmicamente de la invención depende del uso previsto de la bebida tratada térmicamente.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un contenido de lípidos entre el 0 y el 50 % del contenido energético total de la bebida, o preferiblemente en un intervalo entre el 0 y el 40 % del contenido energético total de la bebida, o preferiblemente en un intervalo entre el 0 y el 30 % del contenido energético total de la bebida o preferiblemente en un intervalo entre el 0 y el 20 % del contenido energético total de la bebida o preferiblemente en un intervalo entre el 0 y el 10 % del contenido energético total de la bebida o preferiblemente en un intervalo entre el 0 y el 5 % del contenido energético total de la bebida.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida es particularmente útil como bebida deportiva y comprende, por ejemplo, una cantidad total de lípido de como máximo el 10 % de E, preferiblemente de como máximo el 1 % de E.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente es particularmente útil como suplemento nutricional nutricionalmente incompleto y comprende, por ejemplo, una cantidad total de lípido de como máximo el 10 % del contenido energético total de la bebida, preferiblemente de como máximo el 1 % de E.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida, por ejemplo, en forma de una bebida deportiva, comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 1-30 % p/p en relación con el peso de la bebida, más preferiblemente del 4-24 % p/p en relación con el peso de la bebida, incluso más preferiblemente del 8-20 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-20 % p/p en relación con el peso de la bebida,
- una cantidad total de hidrato de carbono de como máximo el 75 % del contenido energético total de la bebida (E), más preferiblemente de como máximo el 40 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 10 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % de E, y
- una cantidad total de lípido de como máximo el 10 % de E, más preferiblemente de como máximo el 6 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % de E.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida, por ejemplo, en forma de una bebida deportiva baja en hidratos de carbono, comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 1-30 % p/p en relación con el peso de la bebida, más preferiblemente del 4-24 % p/p en relación con el peso de la bebida, incluso más preferiblemente del 8-20 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-20 % p/p en relación con el peso de la bebida,
- una cantidad total de hidrato de carbono de como máximo el 10 % de E, más preferiblemente de como máximo el 6 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % de E,
- una cantidad total de lípido de como máximo el 5 % de E, más preferiblemente de como máximo el 4 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % de E, y
- una cantidad total de HIS en el intervalo del 0,001-2 % p/p, más preferiblemente en el intervalo del 0,005-1 % p/p y lo más preferiblemente en el intervalo del 0,01-0,5 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente, por ejemplo, en forma de una bebida nutricionalmente completa, comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 1-30 % p/p en relación con el peso de la bebida, más preferiblemente del 4-24 % p/p en relación con el peso de la bebida, incluso más preferiblemente del 8-20 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-20 % p/p en relación con el peso de la bebida,
- una cantidad total de hidratos de carbono en un intervalo entre el 30-60 % del contenido energético total de la bebida y lo más preferiblemente en un intervalo entre el 35-50 % de E y
- una cantidad total de lípido en el intervalo del 20-50 % del contenido energético total, más preferiblemente en un intervalo entre el 25-45 % de E y lo más preferiblemente el 30-40 % de E.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, lo más preferiblemente de 3,5-4,6, y comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la bebida,
- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente al menos el 89 % p/p, y

- 5
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 11 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, lo más preferiblemente de 3,5-4,6, y comprende:

- 10
- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la bebida,

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

15

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y

20

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, lo más preferiblemente de 3,5-4,6, y comprende:

- 25
- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la bebida,

- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,

30

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y

35

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 11 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, lo más preferiblemente de 3,5-4,6, y comprende:

- 40
- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la bebida,

- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,

45

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y

50

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 6,2-7,5, lo más preferiblemente de 6,8-7,5, y comprende:

- 55
- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la bebida,

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

60

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente al menos el 89 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 11 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 6,2-7,5, lo más preferiblemente de 6,8-7,5, y comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la bebida,

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 6,2-7,5, lo más preferiblemente de 6,8-7,5, y comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la bebida,

- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 11 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 6,2-7,5, lo más preferiblemente de 6,8-7,5, y comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la bebida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la bebida,

- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida, por ejemplo, en forma de una bebida deportiva, comprende:

- una cantidad total de hidrato de carbono de como máximo el 75 % del contenido energético total de la bebida (E), más preferiblemente de como máximo el 40 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 10 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % de E, y

- una cantidad total de lípido de como máximo el 10 % de E, más preferiblemente de como máximo el 6 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % de E.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente, por ejemplo, en forma de una bebida nutricionalmente completa, comprende:

- una cantidad total de hidratos de carbono en un intervalo entre el 30-60 % del contenido energético total

de la bebida y lo más preferiblemente en un intervalo entre el 35-50 % de E y

- una cantidad total de lípido en el intervalo del 20-50 % del contenido energético total, más preferiblemente en un intervalo entre el 25-45 % de E y lo más preferiblemente el 30-40 % de E.

Un aspecto de la invención se refiere a un procedimiento de producción de una bebida envasada tratada térmicamente que tiene un pH en el intervalo de 3-8, que comprende las siguientes etapas:

1) - proporcionar una disolución líquida que tiene un pH en el intervalo de 3-8 y que comprende:

- una cantidad total de proteína del 1 al 32 % en peso, en la que al menos el 50 % p/p de la proteína es beta-lactoglobulina (BLG)
- opcionalmente edulcorante y/o aroma

2) - envasar la disolución líquida,

en el que la disolución líquida de la etapa a) y/o la disolución líquida envasada de la etapa b) se someten a un tratamiento térmico que comprende al menos pasteurización.

La bebida tratada térmicamente es, por tanto, la disolución líquida tratada térmicamente.

En alguna realización particularmente preferida de la invención, la disolución líquida es una disolución de proteína de suero de leche según la etapa a) del método mencionado anteriormente para producir una composición de nanogel de proteína de suero de leche y el tratamiento térmico del procedimiento de producción de la bebida envasada tratada térmicamente es la etapa b) del método mencionado anteriormente. El tratamiento térmico es preferiblemente una esterilización y, por tanto, hace posible envasar la composición de nanogel de proteína de suero de leche líquida estéril como la disolución líquida tratada térmicamente en la etapa 2) del procedimiento de producción de la bebida envasada tratada térmicamente.

En otra realización particularmente preferida de la invención, la disolución líquida es:

- la suspensión de nanogeles obtenida en la etapa b) del procedimiento mencionado anteriormente de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche, y/o
- la suspensión concentrada de nanogeles obtenida en la etapa c),

y el tratamiento térmico del procedimiento de producción de la bebida envasada y tratada térmicamente esteriliza la disolución líquida o la disolución líquida envasada.

En algunas realizaciones preferidas, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3-8 y comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 1 % p/p.

Se prefiere particularmente que los nanogeles de proteína de suero de leche de la disolución líquida se proporcionen mediante composiciones de nanogel de proteína de suero de leche, preferiblemente en forma de polvo, tal como se define en el presente documento y/o son nanogeles de proteína de suero de leche tal como se define en el presente documento. Además, se prefiere particularmente que los nanogeles de proteína de suero de leche de la disolución líquida puedan obtenerse mediante el método descrito en el presente documento. La provisión de la disolución líquida implica normalmente reconstituir una composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo en agua, y si se requiere, homogeneizar la composición de nanogel de proteína de suero de leche reconstituída hasta que se haya obtenido una dispersión suficiente. Preferiblemente, el tamaño de partícula de los nanogeles de proteína de suero de leche de la disolución líquida es sustancialmente el mismo que su tamaño de partícula antes de la etapa de secado d).

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende proteína total en una cantidad en el intervalo del 1-32 % p/p, más preferiblemente del 5-31 % p/p, incluso más preferiblemente del 10-30 % p/p y lo más preferiblemente del 21-30 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende proteína total en una cantidad en el intervalo del 17-32 % p/p, más preferiblemente del 21-31 % p/p, incluso más preferiblemente del 22-30 % p/p y lo más preferiblemente del 24-30 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende proteína total en una cantidad en el intervalo del 8-32 % p/p, más preferiblemente del 9-24 % p/p, incluso más preferiblemente del 10-22 % p/p y lo más preferiblemente del 11-20 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende BLG total en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 60 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p en relación con la proteína total.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende BLG total en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p en relación con la proteína total. A menudo se prefiere que la composición de nanogel de proteína de suero de leche comprenda BLG total en una cantidad de al menos el 97 % p/p en relación con la proteína total.

En realizaciones más preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende BLG total en una cantidad en el intervalo del 50-80 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente en el intervalo del 52-75 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente en el intervalo del 54-70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente en el intervalo del 55-65 % p/p en relación con la proteína total.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 5 % p/p, más preferiblemente de al menos el 8 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 10 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo al menos el 11 % p/p.

Preferiblemente, la disolución líquida puede comprender nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 5-32 % p/p, más preferiblemente del 8-24 % p/p, incluso más preferiblemente del 10-22 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 11-20 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 21 % p/p, más preferiblemente al menos el 22 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 25 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 28 % p/p.

Preferiblemente, la disolución líquida comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 21-32 % p/p, más preferiblemente del 22-31 % p/p, incluso más preferiblemente del 23-30 % p/p y lo más preferiblemente del 24-30 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total. A menudo se prefieren incluso contenidos más altos de nanogel de proteína de suero de leche y en otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 94 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 96 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 98 % p/p en relación con la proteína total.

El grado de desnaturalización de BLG de la disolución líquida es a menudo muy alto, particularmente si la proteína de la disolución líquida está principalmente en forma de nanogeles de proteína de suero de leche y opcionalmente agregados de proteína de suero de leche solubles. En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un grado de desnaturalización de BLG de al menos el 70 % en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 80 %, incluso más preferiblemente de al menos el 85 % y lo más preferiblemente de al menos el 90 %. A menudo se prefiere incluso un grado más alto de desnaturalización de BLG y en otras realizaciones preferidas de la presente invención la disolución líquida tiene un grado de desnaturalización de BLG de al menos el 92 %, más preferiblemente de al menos el 94 %, incluso más preferiblemente de al menos el 96 % y lo más preferiblemente de al menos el 98 %.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 30 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 20 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 10 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con la proteína total.

A menudo se prefieren incluso contenidos más bajos de agregado de proteína de suero de leche soluble y la disolución líquida comprende preferiblemente agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 3 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con la proteína total.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 8 % p/p en relación con el peso total de la disolución líquida, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 0,5 % p/p en relación con el peso total de la disolución líquida.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende:

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 9 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

Se prefiere normalmente que la disolución líquida contenga una baja cantidad de partículas mayores de proteína de suero de leche que pueden provocar sedimentación en bebidas e incluso una impresión arenosa. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida comprende micropartículas de proteína de suero de leche en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p en relación con la proteína total.

El pH de la disolución líquida puede abarcar desde ácido hasta ligeramente alcalino.

Las disoluciones líquidas de pH casi neutro son particularmente preferidas para la producción de bebidas de pH casi neutro. En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 5,5-8,0, más preferiblemente de 6,0-7,5, incluso más preferiblemente de 6,2-7,3 y lo más preferiblemente de 6,3-7,2.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la bebida envasada tratada térmicamente tiene un pH en el intervalo de 6,0-7,5, más preferiblemente de 6,2-7,5 y lo más preferiblemente de 6,3-7,5.

En realizaciones más preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 6,0-8,0, más preferiblemente de 6,6-7,7, incluso más preferiblemente de 6,7-7,6 y lo más preferiblemente de 6,8-7,5.

Las disoluciones líquidas ácidas son particularmente preferidas para la producción de bebidas ácidas. En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, más preferiblemente de 3,5-5,0, incluso más preferiblemente de 3,7-4,8 y lo más preferiblemente de 4,0-4,6.

En realizaciones más preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, más preferiblemente de 3,0-5,0, incluso más preferiblemente de 3,5-5,0 y lo más preferiblemente de 3,5-4,6.

En realizaciones incluso más preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, más preferiblemente de 3,1-5,0, incluso más preferiblemente de 3,2-4,6 y lo más preferiblemente de 3,3-3,8.

Los inventores han encontrado que la aportación de viscosidad de los agregados de proteína de suero de leche solubles se vuelve menos pronunciada por debajo de pH 4,0. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3,0-4,0, más preferiblemente de 3,0-3,8 y lo más preferiblemente de 3,0-3,6. Preferiblemente, la disolución líquida puede tener un pH en el intervalo de 3,0-4,0, más preferiblemente de 3,0-3,8 y lo más preferiblemente de 3,0-3,6; y los nanogeles de proteína de suero de leche pueden aportar el 50-95 % p/p de la proteína total de la disolución líquida, más preferiblemente el 55-85 % p/p e incluso más preferiblemente el 60-75 % p/p; y los agregados de proteína de suero de leche solubles pueden aportar el 5-50 % p/p de la proteína total de la disolución líquida, más preferiblemente el 15-45 % p/p y lo más preferiblemente el 25-30 % p/p.

Los inventores han encontrado además que un alto contenido de nanogeles de proteína de suero de leche en relación con la proteína total hace posible producir una bebida de baja viscosidad y alto contenido de proteína en el intervalo de pH 4,0-5,0, lo más preferiblemente de 4,2-4,8. Por tanto, en algunas realizaciones preferidas de la invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 4,0-5,0 y lo más preferiblemente de 4,2-4,8. Preferiblemente, la disolución líquida puede tener un pH en el intervalo de 4,0-5,0 y lo más preferiblemente de 4,2-4,8, y los nanogeles de proteína de suero de leche pueden aportar al menos el 80 % p/p de la proteína total

de la disolución líquida, lo más preferiblemente al menos el 90 % p/p.

Generalmente, puede usarse cualquier ácido alimenticio o base alimenticia adecuada para ajustar el pH de la disolución líquida. Los expertos en la técnica reconocerán medios adecuados para ajustar el pH. Las bases alimenticias adecuadas incluyen carbonato de sodio o potasio, hidrogenocarbonato de sodio o potasio, o hidróxido de amonio. Alternativamente, puede emplearse KOH o NaOH, por ejemplo, para ajustar el pH. Los ácidos alimenticios adecuados incluyen, por ejemplo, ácido cítrico, ácido clorhídrico, ácido málico o ácido tartárico o ácido fosfórico.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene una viscosidad de como máximo 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, más preferiblemente de como máximo 100 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, incluso más preferiblemente de como máximo 50 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ y lo más preferiblemente de como máximo 20 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹.

Son posibles y a menudo deseables viscosidades incluso más bajas. Por tanto, en otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene una viscosidad de como máximo 15 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, más preferiblemente de como máximo 10 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, incluso más preferiblemente de como máximo 8 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ y lo más preferiblemente de como máximo 5 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹.

Se prefiere particularmente que la disolución líquida sea estéril.

La disolución líquida de la presente invención puede comprender otros macronutrientes y componentes distintos de proteínas. Las realizaciones y preferencias descritas en el contexto de la bebida envasada tratada térmicamente y que pertenecen a macronutrientes y componentes adicionales se aplican igualmente a la disolución líquida y se hace referencia a esas realizaciones en lugar de repetirlas en el presente documento.

En algunas realizaciones particularmente preferidas de la invención, la disolución líquida tiene la misma composición química que la de la bebida envasada tratada térmicamente.

En otras realizaciones particularmente preferidas de la invención, la disolución líquida tiene la misma composición química que la de la bebida envasada tratada térmicamente, excepto menos desnaturalización de las proteínas.

Se prefiere particularmente que la provisión de la disolución líquida comprenda combinar una composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo tal como se define en el presente documento con agua y opcionalmente uno o más componentes adicionales.

Se prefiere que la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo aporte al menos el 50 % p/p de los nanogeles de proteína de suero de leche de la disolución líquida, más preferiblemente al menos el 80 % p/p, incluso más preferiblemente al menos el 90 % p/p y lo más preferiblemente todos los nanogeles de proteína de suero de leche de la disolución líquida.

Se prefiere además que la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo aporte al menos el 50 % p/p de la proteína de la disolución líquida, más preferiblemente al menos el 80 % p/p, incluso más preferiblemente al menos el 90 % p/p y lo más preferiblemente toda la proteína de la disolución líquida.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, lo más preferiblemente de 3,5-4,6, y comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida,
- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente al menos el 89 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 11 % p/p.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3,0-

5,4, lo más preferiblemente de 3,5-4,6, y comprende:

- 5 — una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida,
- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- 10 — nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

15 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, lo más preferiblemente de 3,5-4,6, y comprende:

- 20 — una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida,
- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- 25 — nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 11 % p/p.

30 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 3,0-5,4, lo más preferiblemente de 3,5-4,6, y comprende:

- 35 — una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida,
- una cantidad total de BLG de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 55 % p/p,
- 40 — nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 60 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

45 En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 6,2-7,5, lo más preferiblemente de 6,8-7,5, y comprende:

- 50 — una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida,
- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- 55 — nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente al menos el 89 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 15 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 11 % p/p.

60 En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida tiene un pH en el intervalo de 6,2-7,5, lo más preferiblemente de 6,8-7,5, y comprende:

- una cantidad total de proteína en el intervalo del 8-32 % p/p en relación con el peso de la disolución

líquida y lo más preferiblemente del 10-22 % p/p en relación con el peso de la disolución líquida,

- una cantidad total de BLG de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p, y
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p.

En algunas realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida, por ejemplo, para la preparación de una bebida deportiva, comprende:

- una cantidad total de hidrato de carbono de como máximo el 75 % del contenido energético total de la disolución líquida (E), más preferiblemente de como máximo el 40 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 10 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 5 % de E, y
- una cantidad total de lípido de como máximo el 10 % de E, más preferiblemente de como máximo el 6 % de E, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % de E y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % de E.

En otras realizaciones preferidas de la presente invención, la disolución líquida, por ejemplo, para la preparación de una bebida nutricionalmente completa, comprende:

- una cantidad total de hidrato de carbono en un intervalo entre el 30-60 % del contenido energético total de la disolución líquida y más preferiblemente en un intervalo entre el 35-50 % de E y
- una cantidad total de lípido en el intervalo del 20-50 % del contenido energético total, más preferiblemente en un intervalo entre el 25-45 % de E y lo más preferiblemente el 30-40 % de E.

El envasado de la etapa 2) puede ser cualquier técnica de envasado adecuada, y puede usarse cualquier recipiente adecuado para envasar la disolución líquida.

Sin embargo, en una realización preferida de la invención, el envasado de la etapa 2) es un envasado aséptico, es decir, la disolución líquida se envasa en condiciones asepticas. Por ejemplo, el envasado aséptico puede realizarse usando un sistema de llenado aséptico, y preferiblemente implica introducir la disolución líquida en uno o más recipientes asepticos.

El llenado y el sellado asepticos se prefieren particularmente si la disolución líquida ya es estéril o tiene muy bajo contenido de microorganismos antes del llenado.

Ejemplos de recipientes útiles son, por ejemplo, botellas, cartones, briks y/o bolsas.

En algunas realizaciones preferidas del procedimiento de la invención, la disolución líquida de la etapa 1) se somete a un tratamiento térmico que comprende al menos pasteurización y después se envasa en la etapa 2).

En otra realización del procedimiento de la invención, la disolución líquida envasada de la etapa 2) se somete a un tratamiento térmico que comprende al menos pasteurización.

En algunas realizaciones preferidas, el tratamiento térmico implica calentar la disolución líquida hasta una temperatura en el intervalo de 70-80 °C.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, la temperatura del tratamiento térmico está en el intervalo de 70-80 °C, preferiblemente en el intervalo de 70-79 °C, más preferiblemente en el intervalo de 71-78 °C, incluso más preferiblemente en el intervalo de 72-77 °C y lo más preferiblemente en el intervalo de 73-76 °C, tal como aprox. 75 °C.

Preferiblemente, la duración del tratamiento térmico, cuando se realiza en el intervalo de temperatura 70-80, durante 1 segundo a 60 minutos. Los tiempos de exposición más altos son los más adecuados para las temperaturas más bajas del intervalo de temperatura y viceversa.

En otras realizaciones preferidas, la temperatura del tratamiento térmico es de 70 °C durante al menos 60 minutos o preferiblemente a 75 °C durante al menos 45 minutos o preferiblemente a 80 °C durante al menos 30 minutos o preferiblemente a 85 °C durante al menos 22 minutos o preferiblemente a 90 °C durante al menos 10

minutos.

En realizaciones particularmente preferidas de la invención, el tratamiento térmico proporciona 70-78 °C durante 1 segundo a 30 minutos, más preferiblemente 71-77 °C durante 1 minuto a 25 minutos e incluso más preferiblemente 72-76 °C durante 2 minutos a 20 minutos.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, el procedimiento del tratamiento térmico implica calentar hasta una temperatura de 85 °C-95 °C durante 1 a 30 minutos.

También pueden preferirse temperaturas más altas en algunas realizaciones, especialmente si se requiere desplegar y opcionalmente también agregar BLG. Por ejemplo, la temperatura del tratamiento térmico puede ser de al menos 81 °C, preferiblemente de al menos 91 °C, preferiblemente de al menos 95 °C, más preferiblemente de al menos 100 °C, incluso más preferiblemente de al menos 120 °C y lo más preferiblemente de al menos 140 °C.

En otras realizaciones preferidas de la invención, la temperatura del tratamiento térmico es preferiblemente de al menos 95 °C, más preferiblemente de al menos 100 °C, incluso más preferiblemente de al menos 120 °C y lo más preferiblemente de al menos 140 °C. Por ejemplo, la temperatura del tratamiento térmico está preferiblemente en el intervalo de 95-160 °C, más preferiblemente en el intervalo de 100-155 °C, incluso más preferiblemente en el intervalo de 120-153 °C y lo más preferiblemente en el intervalo de 140-152 °C.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, el tratamiento térmico es una esterilización térmica y preferiblemente implica una temperatura en el intervalo de 120 a 155 °C durante una duración suficiente para obtener esterilidad, normalmente de 0,3 segundos a 10 minutos y más preferiblemente de 4-30 segundos a de 140 a 155 °C.

El tratamiento térmico puede implicar, por ejemplo, una temperatura en el intervalo de 90-130 °C y una duración en el intervalo de 5 segundos-10 minutos. El tratamiento térmico puede implicar, por ejemplo, calentar hasta una temperatura en el intervalo de 90-95 °C durante una duración de 1-10 minutos, por ejemplo, aprox. 120 °C durante aprox. 20 segundos. Alternativamente, el tratamiento térmico puede implicar calentar hasta una temperatura en el intervalo de 115-125 °C durante una duración de 5-30 segundos, por ejemplo, aprox. 120 °C durante aprox. 20 segundos.

Alternativamente, pero particularmente preferido, el tratamiento térmico es un tratamiento de tipo UHT esterilizante que implica normalmente una temperatura en el intervalo de 135-146 °C y una duración en el intervalo de 2-10 segundos.

Alternativamente, pero también preferido, el tratamiento térmico puede implicar una temperatura en el intervalo de 145-180 °C y una duración en el intervalo de 0,01-2 segundos y más preferiblemente una temperatura en el intervalo de 150-180 °C y una duración en el intervalo de 0,01-0,3 segundos.

La implementación del tratamiento térmico puede implicar el uso de equipos tales como un intercambiador de calor de placas o tubos, un intercambiador de calor de superficie raspada o un sistema de retorta. Alternativamente, y particularmente preferido para tratamientos térmicos por encima de 95 °C, puede emplearse calentamiento directo basado en vapor, por ejemplo, usando inyección directa de vapor, infusión directa de vapor o cocción por pulverización. Adicionalmente, tal calentamiento directo basado en vapor se usa preferiblemente en combinación con enfriamiento instantáneo. Ejemplos adecuados de implementación de la cocción por pulverización se encuentran en el documento WO2009113858A1, que se incorpora en la presente memoria para todos los fines. Ejemplos adecuados de implementación de inyección directa de vapor e infusión directa de vapor se encuentran en los documentos WO2009113858A1 y WO 2010/085957 A3, que se incorporan en la presente memoria para todos los fines. Los aspectos generales del tratamiento a alta temperatura se encuentran, por ejemplo, en "Thermal technologies in food processing" ISBN 185573558 X, que se incorpora en el presente documento como referencia para todos los fines.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, el tratamiento térmico implica, o incluso consiste en, tratamiento térmico en retorta, preferiblemente a una temperatura de al menos 80 °C y más preferiblemente a una temperatura de al menos 95 °C, incluso más preferiblemente de al menos 100 °C y lo más preferiblemente de al menos 120 °C. Tal como se muestra en el ejemplo 10, los presentes inventores han demostrado que las bebidas según la invención pueden soportar tratamiento térmico de tipo retorta a 150 °C durante 10 minutos.

En otras realizaciones preferidas de la invención, el tratamiento térmico implica, o incluso consiste en, infusión de vapor o cocción por pulverización, preferiblemente a una temperatura de al menos 100 °C y más preferiblemente a una temperatura de al menos 120 °C, incluso más preferiblemente de al menos 130 °C y lo más preferiblemente de al menos 140 °C.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, la pasteurización se combina con una reducción microbiana

física.

Los ejemplos útiles de reducción microbiana física implican uno o más de filtración de gérmenes, radiación UV, tratamiento a alta presión, tratamiento de campo eléctrico pulsado y ultrasonidos.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, el tratamiento térmico es un tratamiento térmico esterilizante y, por tanto, da como resultado una disolución líquida estéril y, por tanto, una bebida estéril. Una esterilización de este tipo puede obtenerse, por ejemplo, combinando filtración de gérmenes y pasteurización o realizando un tratamiento térmico a al menos 100 °C y durante una duración suficiente para obtener la esterilización.

En algunas realizaciones particularmente preferidas de la invención, el tratamiento térmico implica calentar la disolución líquida hasta una temperatura en el intervalo de 100-160 °C durante una duración suficiente para esterilizar la disolución líquida. Esto implica preferiblemente calentar la disolución líquida hasta una temperatura en el intervalo de 120 a 155 °C durante una duración suficiente para obtener esterilidad, normalmente de 0,3 segundos a 10 minutos y más preferiblemente de 140 a 155 °C durante 0,3-30 segundos.

Es beneficioso que la disolución líquida se someta a enfriamiento después del tratamiento térmico. Según una realización preferida del procedimiento de la invención, después del tratamiento térmico, la disolución líquida tratada térmicamente se enfría en una etapa opcional hasta preferiblemente de 0 a 50 °C, preferiblemente de 0 a 25 °C o preferiblemente de 0 a 20 °C o preferiblemente de 0 a 15 °C, preferiblemente de 0 a 10 °C o preferiblemente de 4 a 8 °C o preferiblemente de 2 a 5 °C o preferiblemente de 1 a 5 °C.

Si la disolución líquida se ha pasteurizado al menos, se enfría preferiblemente hasta de 0 a 15 °C, más preferiblemente hasta de 1 a 5 °C después del tratamiento térmico.

El enfriamiento puede tener lugar antes de una etapa de llenado o después de una etapa de llenado.

En algunas realizaciones preferidas de la invención, la bebida envasada tratada térmicamente puede obtenerse mediante el procedimiento mencionado anteriormente.

El producto alimenticio puede ser alternativamente un producto alimenticio ácido espesado. Los presentes inventores han observado que las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche que contienen agregados de proteína de suero de leche solubles en cantidades considerables además de los nanogeles de proteína de suero de leche son tanto termoestables como capaces de aumentar la viscosidad tras la acidificación. Tales composiciones de nanogel de proteína de suero de leche son útiles para aplicaciones en las que una base alimenticia líquida se pasteuriza o esteriliza a pH casi neutro y posteriormente se acidifica químicamente o por medio de bacterias.

En el contexto de la presente invención, un "producto alimenticio espesado" tiene una viscosidad de más de 200 cP a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹. Un producto alimenticio espesado puede ser viscoso pero líquido todavía vertible o puede ser un gel coherente.

En el contexto de la presente invención, un "producto alimenticio ácido" tiene un pH de como máximo 5,6 a 25 °C.

Por tanto, un aspecto específico de la invención se refiere a un procedimiento de producción de un producto alimenticio ácido espesado que comprende las etapas de:

- preparar una base alimenticia líquida que tiene un pH de al menos 5,7, base alimenticia líquida que comprende suficiente composición de nanogel de proteína de suero de leche para proporcionar proteína en una cantidad del 4-20 % p/p, comprendiendo la composición de nanogel de proteína de suero de leche, preferiblemente tal como se define en el presente documento:
- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad del 15-70 % p/p en relación con la proteína total y más preferiblemente del 20-50 % p/p,
- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad del 30-85 % en relación con la proteína total y más preferiblemente del 50-80 % p/p,
- tratar térmicamente la base alimenticia líquida a al menos 70 °C durante una duración suficiente para pasteurizar al menos la base alimenticia líquida,
- opcionalmente, homogeneizar la base alimenticia líquida tratada térmicamente,
- acidificar la base alimenticia líquida tratada térmicamente a un pH de como máximo 5,4,

- opcionalmente, homogeneizar la base alimenticia acidificada

en el que el producto alimenticio ácido espesado es la base alimenticia acidificada o una mezcla de la base alimenticia líquida acidificada y otros componentes tales como, por ejemplo, edulcorantes y/o aromatizantes.

Otro aspecto específico de la invención se refiere a un producto alimenticio ácido espesado que puede obtenerse mediante el procedimiento descrito anteriormente, preferiblemente en forma de líquido viscoso vertible o un gel no vertible.

Aún un aspecto de la invención se refiere al uso de una composición de nanogel de proteína de suero de leche tal como se define en el presente documento y/o a una pluralidad de nanogeles de proteína de suero de leche tal como se define en el presente documento para uno o más de los siguientes:

- como componente alimenticio,
- como componente alimenticio para producir una bebida estéril que contiene al menos el 10 % p/p de proteína e incluso más preferiblemente al menos el 21 % p/p de proteína,
- como componente alimenticio para producir un producto alimenticio espesado que tiene un pH de menos de 5,5 y una viscosidad de más de 200 cP medida a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, y
- como agente de sustitución de crema, por ejemplo, en sustitutos de crema para café.

Un aspecto adicional de la invención se refiere al uso de nanogeles de proteína de suero de leche y/o a una composición de nanogel de proteína de suero de leche como fuente de proteína para reducir la astringencia y/o la acidez de una bebida de proteína tratada térmicamente que tiene un pH de 3,0-5,0, lo más preferiblemente de 3,5-4,6,

- preferiblemente en el que los nanogeles de proteína de suero de leche aportan al menos el 50 % p/p de la proteína total de la bebida tratada térmicamente, más preferiblemente al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente al menos el 90 % p/p de la proteína total de la bebida tratada térmicamente; y
- preferiblemente en el que la bebida tratada térmicamente contiene proteína total en una cantidad del 2-35 % p/p, más preferiblemente del 4-30 % p/p, incluso más preferiblemente del 6-25 % p/p y lo más preferiblemente del 8-20 % p/p.

Preferiblemente, en la invención, los nanogeles de proteína de suero de leche contienen una cantidad total de BLG de al menos el 60 % p/p, más preferiblemente de al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p.

Los nanogeles de proteína de suero de leche y/o una composición de nanogel de proteína de suero de leche de los usos mencionados anteriormente son preferiblemente nanogeles de proteína de suero de leche y/o una composición de nanogel de proteína de suero de leche tal como se define en el presente documento y que puede obtenerse preferiblemente mediante el método de la presente invención.

La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, otras realizaciones distintas de las descritas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la invención. Las diferentes características y etapas de diversas realizaciones y aspectos de la invención pueden combinarse de otras maneras distintas de las descritas en el presente documento a menos que se indique lo contrario.

Ejemplos

MÉTODOS DE ANÁLISIS

Análisis 1: Determinación de la morfología de los agregados mediante microscopía electrónica de transmisión

Las muestras se fijan en el tampón fosfato de glutaraldehído al 2 % (pH 7,2), con una razón en volumen de 1:1, durante 40 min a temperatura ambiente. Después de eso, las muestras fijadas se diluyeron en agua hasta la concentración de proteína de aproximadamente el 0,2 %. Se colocaron 4 µl de muestra diluida en la rejilla de película de formvar/carbono descargada (con 300 de malla), durante 1 min seguido de secado con papel de filtro. La tinción se realizó añadiendo 4 µl de ácido fosfotúngstico (1 %, pH 7, 0), durante 1 min, luego secado. La rejilla

se lavó una vez con agua MilliQ y se secó antes de insertarla en un microscopio electrónico Philips CM-100 que se hizo funcionar a 100 kV. Se toman imágenes en al menos cinco lugares diferentes en las rejillas.

Análisis 2: Determinación del tamaño de los agregados por dispersión dinámica de luz

El diámetro hidrodinámico de los nanogeles de proteína de suero de leche se midió usando un instrumento Malvern Nanosizer S. Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche diluidas hasta una concentración de proteína del 0,05 % o menos en agua MilliQ se colocaron en cubetas desechables de 2,5 ml de 12,5x12,5x45 mm apuntando el marcador de flecha en la dirección del láser del instrumento. Las muestras se midieron a 20 °C después de un tiempo de equilibrio de 30 segundos con ajuste automático del factor de atenuación y la duración de la medición tal como se determina mediante el software.

Se presenta el diámetro hidrodinámico promedio Z promediado en nanómetros a partir de cinco mediciones tal como se proporciona por el software.

Análisis 3: Cuantificación de la cantidad de nanogeles de proteína de suero de leche, agregados de proteína de suero de leche solubles, micropartículas y proteína residual.

La cantidad de nanogeles de proteína de suero de leche, micropartículas de proteína de suero de leche, agregados de proteína de suero de leche solubles y proteína residual se determinó mediante fraccionamiento de las muestras que iban a analizarse (diluidas hasta el 4 % de proteína en agua MilliQ (18,2 MΩ) y ajustadas a pH 7,0) tal como se describe más adelante. El contenido de proteína de cada fracción se determinó tal como se describe en el análisis 7.

La cantidad de micropartículas se determinó filtrando una submuestra de 5,0 ml de la disolución de proteína al 4 % a través de un filtro de jeringa de 2,0 μm y midiendo la diferencia entre la cantidad total de proteína de la submuestra inicial (P_{total}) y la cantidad total de proteína del filtrado ($P_{filtrado}$). La cantidad de micropartículas de proteína de suero de leche en relación con la proteína total se calculó como:

$$\text{Micropartículas (\%)} = (P_{total} - P_{filtrado} / P_{total}) * 100 \%$$

Se sabe que la proteína de suero de leche desnaturalizada tiene una solubilidad más baja a pH 4,6 que a valores de pH por debajo o por encima de pH 4,6, por tanto, la cantidad de proteína de suero de leche no desnaturalizada (nativa) se determina midiendo la cantidad de proteína que no sedimenta en centrifugación a pH 4,6 con respecto a la cantidad total de proteína al mismo pH.

Por tanto, se preparó una disolución de la muestra que contenía proteína total al 4,0 % (p/p) y que tenía un pH de 4,6 mediante ajuste de pH usando HCl (ac) al 5 % (p/p). La disolución se almacenó durante 2 h a temperatura ambiente y posteriormente se centrifugó a 50.000 g durante 1 hora. Se determinaron la cantidad total de proteína del sobrenadante ($P_{pH4,6, \text{ sobrenadante después de 50.000 g}}$) y la cantidad de proteína antes de la centrifugación ($P_{pH4,6, \text{ antes de la centrifugación}}$). La cantidad de proteína no desnaturalizada en relación con la proteína total se calculó como:

$$\text{Proteína no desnaturalizada (\%)} = (P_{pH4,6, \text{ sobrenadante después de 50.000 g}} / P_{pH4,6, \text{ antes de la centrifugación}}) * 100 \%$$

La fracción de agregados de proteína de suero de leche solubles se determinó midiendo la cantidad de proteína que permanece en el sobrenadante después de la centrifugación de la disolución de pH 7,0 de la muestra (midiendo tanto los agregados de proteína de suero de leche solubles como la proteína de suero de leche no desnaturalizada) y restando la cantidad de proteína que permanece en el sobrenadante después de la centrifugación de la disolución de pH 4,6 (midiendo sólo la proteína de suero de leche no desnaturalizada).

Por tanto, una submuestra de la disolución de proteína al 4,0 % (pH 7,0) se almacenó durante 2 h a temperatura ambiente y posteriormente se centrifugó a 50.000 g durante 1 hora. Se determinaron la cantidad total de proteína del sobrenadante ($P_{pH7,0, \text{ sobrenadante después de 50.000 g}}$) y de la submuestra antes de la centrifugación ($P_{pH7,0, \text{ antes de la centrifugación}}$).

La cantidad de agregados de proteína de suero de leche solubles en relación con la proteína total se determinó como:

$$\text{Agregados de proteína de suero de leche solubles (\%)} = [(P_{pH7,0, \text{ sobrenadante después de 50.000 g}} / P_{pH7,0, \text{ antes de la centrifugación}}) - (P_{pH4,6, \text{ sobrenadante después de 50.000 g}} / P_{pH4,6, \text{ antes de la centrifugación}})] * 100 \%$$

La cantidad de nanogeles de proteína de suero de leche en relación con la proteína total se determinó restando las cantidades relativas de micropartículas, proteína no desnaturalizada y agregados de proteína de suero de leche solubles de la cantidad total de contenido de proteína (100 %):

$$\text{Nanogeles (\%)} = 100 \% - \text{micropartículas (\%)} - \text{agregados de proteína de suero de leche solubles (\%)} - \text{proteína}$$

no desnaturalizada (%)

El grado de desnaturalización de la proteína se determinó como 100 % - proteína residual (%).

5 Análisis 4: Viscosidad de una muestra líquida

La viscosidad se midió usando un viscosímetro capilar de mano (Viscoman, Gilson) a 20 °C y se informó a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹.

10 Análisis 5: Cuantificación de la formación de gel durante la acidificación

Se usó un reómetro (Anton Paar Physica MCR301) para evaluar la formación de gel y el desarrollo de viscosidad de la muestra que contiene nanogeles de proteína de suero de leche durante la acidificación. Las muestras de nanogel de proteína de suero de leche se diluyeron hasta un contenido de proteína total del 4 % p/p usando agua desmineralizada y se equilibraron a 42 °C durante 10 minutos. Se añadió GDL (delta-lactona de ácido D-glucónico) en forma de polvo a la disolución con agitación hasta una concentración final del 1 % p/p y se dejó disolver con agitación durante 1 minuto.

Se añadieron 20 ml de la disolución a la copa (CC27-SS) en el reómetro preequilibrado a 42 °C y se midieron el módulo de almacenamiento y pérdida durante 60 minutos a 0,1 Hz y deformación al 0,5 %. El pH se registró a lo largo del experimento usando un registrador de pH WTW Multi 3410 calibrado usando disoluciones de patrón a 42 °C.

25 Análisis 6: Determinación de BLG nativa, ALA nativa y CMP y determinación del grado de desnaturalización de BLG

Las muestras de proteína (no calentadas y calentadas) se diluyeron hasta el 2 % en agua MQ. Se mezclan 5 ml de disolución de proteína, 10 ml de Milli-Q, 4 ml de ácido acético al 10 % y 6 ml de NaOAc 1,0 M y se agitan durante 20 minutos para permitir la aglomeración por precipitación de la proteína desnaturalizada a un pH de aproximadamente 4,6. La disolución se filtra a través de un filtro de 0,22 µm para retirar aglomerados y proteínas no nativas.

Todas las muestras se sometieron al mismo grado de dilución añadiendo agua purificada.

35 Para cada muestra, se cargó el mismo volumen en un sistema de UPLC con una columna de UPLC (proteína BEH C4; 300Å; 1,7 µm; 150 x 2,1 mm) y se detectó a 214 nm.

Se desarrollaron las muestras usando las siguientes condiciones:

40 Tampón A: agua Milli-Q, TFA al 0,1 % p/p

Tampón B: acetonitrilo de calidad para HPLC, TFA al 0,1 % p/p

Flujo: 0,4 ml/min

45 Gradiente: 0-6,00 minutos 24-45 % de B; 6,00-6,50 minutos 45-90 % de B; 6,50-7,00 minutos 90 % B; 7,00-7,50 minutos 90-24 % de B y 7,50-10,00 minutos 24 % de B.

50 El área de los picos de BLG contra un patrón de proteína (Sigma L0130) se usó para determinar la concentración de BLG nativa en las muestras (curva de calibración de 5 niveles).

Las muestras se diluyeron adicionalmente y se reinyectaron si estaban fuera del intervalo lineal.

El grado de desnaturalización de BLG (D) proporcionado por el tratamiento térmico se calculó como:

$$55 \quad D = ((BLG_{\text{nativa, no calentada}} - BLG_{\text{nativa, calentada}}) / BLG_{\text{nativa, no calentada}}) * 100 \, \%.$$

El análisis 6 también se usa para determinar el contenido de BLG nativa, ALA nativa y CMP de una muestra.

60 Análisis 7: Determinación de la proteína total

El contenido de proteína total (proteína verdadera) de una muestra se determina mediante:

65 1) Determinación del nitrógeno total de la muestra siguiendo la norma ISO 8968-1/2|IDF 020-1/2-Leche - Determinación del contenido de nitrógeno - Parte 1/2: Determinación del contenido de nitrógeno usando el método Kjeldahl.

2) Determinación del nitrógeno no proteico de la muestra siguiendo la norma ISO 8968-4|IDF 020-4-Leche - Determinación del contenido de nitrógeno - Parte 4: Determinación del contenido de nitrógeno no proteico.

5 3) Cálculo de la cantidad total de proteína como $(m_{\text{nitrógeno total}} - m_{\text{nitrógeno no proteico}}) \cdot 6,38$.

Análisis 8: Determinación de la cantidad total de lípido

10 La cantidad de lípido se determina según la norma ISO 1211:2010 (Determinación del contenido de grasa - Método gravimétrico de Röse-Gottlieb).

Análisis 9: Determinación de la cantidad total de lactosa

15 La cantidad total de lactosa se determina según la norma ISO 5765-2:2002 (IDF 79-2: 2002) "Leche en polvo, mezclas de hielo seco y queso procesado. Determinación del contenido de lactosa. Parte 2: Método enzimático que utiliza la fracción galactosa de la lactosa".

Análisis 10: Determinación de Brix

20 Las mediciones de Brix se realizaron usando un refractómetro digital de mano Atago PAL- α calibrado contra agua purificada (agua filtrada por ósmosis inversa para obtener una conductividad de como máximo 0,05 mS/cm).

25 Se transfirieron aprox. 500 μ l de muestra a la superficie prismática del instrumento y se inició la medición. Se leyó y se registró el valor medido.

El Brix de una disolución de proteína de suero de leche es proporcional al contenido de sólidos totales (TS) y TS (medido en % p/p) es aprox. $\text{Brix} \cdot 0,85$.

30 Análisis 11: Determinación del contenido de cenizas

El contenido de cenizas de un producto alimenticio se determina según la norma NMKL 173:2005 "Cenizas, determinación gravimétrica en los alimentos".

35 Análisis 12: Determinación de sólidos totales y contenido de agua

Los sólidos totales de un producto pueden determinarse según la norma NMKL 110 2ª edición, 2005 (Sólidos totales (agua) – Determinación gravimétrica en leche y productos lácteos). NMKL es una abreviatura de "Nordisk Metodikomit  for Naeringsmidler".

40 El contenido de agua del producto puede calcularse como el 100 % menos la cantidad relativa de sólidos totales (% p/p).

Análisis 13: Medición del pH

45 Todos los valores de pH se miden usando un electrodo de vidrio de pH y a 25 °C.

El electrodo de vidrio de pH (que tiene compensación de temperatura) se enjuaga cuidadosamente antes y se calibra antes de su uso.

50 Cuando la muestra está en forma líquida, entonces se mide el pH directamente en la disolución líquida a 25 °C.

Cuando la muestra es un polvo, se disuelven 10 gramos de un polvo en 90 ml de agua desmineralizada a temperatura ambiente mientras se agita vigorosamente. El pH de la disolución se mide a continuación a 25 °C.

55 Análisis 14: Determinación de las cantidades de calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo (método de ICP-EM)

Las cantidades totales de calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo se determinan usando un procedimiento en el que las muestras se descomponen en primer lugar usando digestión con microondas, y luego se determina la cantidad total de mineral(es) usando un aparato para ICP.

Aparato:

El microondas es de Anton Paar y el ICP es un Optima 2000DV de PerkinElmer Inc.

65 Materiales:

HNO₃ 1 M

Itrio en HNO₃ al 2 %

5

Patrones adecuados para calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo en HNO₃ al 5 %

Pretratamiento:

10

Pesar una determinada cantidad de polvo y transferir el polvo a un tubo de digestión por microondas.

Añadir 5 ml de HNO₃ 1 M. Digerir las muestras en el microondas según las instrucciones del microondas.

Colocar los tubos digeridos en una vitrina de humos, retirar la tapa y dejar que los humos volátiles se evaporen.

15

Procedimiento de medición:

Transferir la muestra pretratada a DigiTUBE usando una cantidad conocida de agua Milli-Q. Añadir una disolución de itrio en HNO₃ al 2 % al tubo de digestión (aproximadamente 0,25 ml por 50 ml de muestra diluida) y diluir hasta un volumen conocido usando agua Milli-Q. Analizar las muestras en el ICP usando el procedimiento descrito por el fabricante.

20

Se prepara una muestra ciega diluyendo una mezcla de 10 ml de HNO₃ 1 M y 0,5 ml de disolución de itrio en HNO₃ al 2 % hasta un volumen final de 100 ml usando agua Milli-Q.

25

Se preparan al menos 3 muestras patrón que tienen concentraciones que abarcan las concentraciones esperadas de la muestra.

Análisis 16: Determinación del tiempo de coagulación por calor

30

La estabilidad térmica de las proteínas de suero de leche es particularmente importante para bebidas con alto contenido de proteína en el intervalo de pH neutro donde es necesario el tratamiento a temperatura ultra alta para asegurar una vida útil de almacenamiento prolongada de las composiciones de bebidas.

35

Por tanto, se desarrolló un análisis del tiempo de coagulación por calor como medida de la estabilidad térmica.

Se transfirió 1,0 ml de preparación de nanogel de proteína de suero de leche a un vial de inyección de 2 ml de 32x11,5 mm (Mikrolab, n.º de pieza ML33003V) y se selló con precinto de aluminio. Luego se calentó la muestra mediante incubación en un bloque de aluminio precalentado hasta 150 °C en una unidad de calentamiento supertérmico de Mikrolab.

40

El bloque de aluminio tenía agujeros perforados para ajustarse exactamente a las dimensiones de los viales asegurando una transferencia de calor eficiente. Se logra un aumento de temperatura de 20-100 °C en 40 segundos y se alcanzó una temperatura de 140 °C en el plazo de 132 segundos.

45

Se incubaron alícuotas de muestras individuales durante (minutos:segundos) 0:45, 1:00, 1:20, 1:47, 2:22, 3:10, 4:13, 5:38, 7:30 o 10:00, midiéndose que la temperatura en la muestra superase los 140 °C después de 132 segundos (2:12) para simular las condiciones de UHT. Después de calentar, la muestra se transfirió inmediatamente a agua fría para detener reacciones adicionales. Las muestras se invirtieron y se registró su capacidad para fluir al fondo en cada momento de calentamiento. El tiempo de coagulación por calor (HCT) se determinó como el primer tiempo de calentamiento en el que la muestra se gelificó y, por tanto, no fluía al fondo del vial tras la inversión.

50

Las temperaturas se registraron colocando un termómetro de termopar conectado a un termómetro digital Omega HH802 en un vial que contenía 1 ml de aceite para evitar la ebullición y evaporación de la muestra a altas temperaturas.

55

Análisis 17: Determinación de la cantidad total de BLG y ALA

60

La cantidad total de BLG y la cantidad total de ALA de una muestra, incluyendo BLG y/o ALA en forma agregada, se determinan según el ejemplo 1.31 de la solicitud PCT n.º PCT/EP2019/067039.

Ejemplo 1: Preparación de disoluciones de nanogel de proteína de suero de leche densas

65

Los presentes inventores han descubierto previamente, y por accidente, que los nanogeles de proteína de suero de leche pueden producirse en disoluciones que tienen un contenido de proteína sorprendentemente alto. El

propósito del presente ejemplo fue explorar adicionalmente las posibilidades de crear nanogeles de proteína de suero de leche a altas concentraciones de proteína y caracterizar las composiciones de nanogel de proteína de suero de leche obtenidas.

5 Materiales y métodos:

Tabla 1. Características de polvo de proteína de suero de leche a modo de ejemplo usado para la preparación de nanogeles de proteína de suero de leche.

Fuente de proteína	Aislado de BLG
pH	5,67
% de sólidos totales	95,2
% de proteína/sólidos totales	98,7
% de cenizas	0,51
% de grasa	0,11
% de lactosa	<0,09
% de P de TS	<0,025
% de Na de TS	0,025
% de K de TS	0,051
% de Ca de TS	0,146
% de Mg de TS	0,022
% de ALA nativa	0,2
% de BLG nativa	96,5
% de CMP	0,7
Razón Ca:BLG p/p	0,0016

10

Se prepararon disoluciones de proteína de suero de leche a modo de ejemplo disolviendo polvo de aislado de BLG producido tal como se describe en el documento WO 2018/115520, ejemplo 7. Las características del polvo aislado de BLG se describen en la tabla 1.

15

El contenido de minerales se determinó usando el análisis 14 y grasa, lactosa, cenizas, sólidos totales y proteína total mediante el análisis 8, 9, 10, 11, 12 y 7, respectivamente. La composición de proteína se determinó usando el análisis 6.

20

El polvo se pesó para producir composiciones de proteína de suero de leche final al 4, al 8, al 10, al 12 y al 16 % de proteína teniendo en cuenta la proteína/sólidos totales. Se añadió el 90 % de agua Milli-Q a las muestras y el pH se ajustó a 5,9 (o pH 6,0 al 10 % de proteína) usando NaOH 3 M.

25

Se añadió agua restante y se verificó el pH final. Se trataron térmicamente 15 ml de cada muestra en tubos con rosca de tornillo Duran GL18 (grosor de pared 1,8 mm, diámetro exterior 16 mm, n.º de catálogo 28625320) con tapa roscada de PBT (Duran) montada a 90 °C durante 14 minutos (o 10 minutos al 10 % de proteína) en un baño de agua y posteriormente se enfriaron inmediatamente en un baño de hielo-agua.

30

La caracterización de los nanogeles de proteína de suero de leche por dispersión dinámica de luz (diámetro hidrodinámico promedio Z), microscopía electrónica de transmisión y fracción de agregados de proteína de suero de leche solubles y nanogeles de proteína de suero de leche se realizó tal como se describe en los análisis 1, 2 y 3, respectivamente.

Resultados:

35

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche se formaron mediante tratamiento térmico de BLG a 90 °C durante 14 minutos. Sorprendentemente, se encontró que las preparaciones de nanogel de suero de leche permanecieron líquidas incluso cuando se calentaron a alta concentración de proteína de hasta al menos el 16 % de proteína tal como se demuestra en la tabla 2.

40

Se encontró en general que el tratamiento térmico a, por ejemplo, 90 °C durante 10 minutos conduce a una desnaturalización del 95-97 % con sólo del 3-5 % de proteína no desnaturalizada (mediante el análisis 6)

presente después del tratamiento térmico.

Las preparaciones de nanogel de suero de leche se caracterizaron por un diámetro promedio z de 196-287 nm y tener una fracción de agregados de proteína de suero de leche solubles del 6 al 20 % y una fracción de nanogel del 94 al 80 % con concentración de proteína creciente, respectivamente (véase la figura 1).

La figura 2 muestra imágenes de microscopía electrónica de transmisión que contienen nanogeles esféricos altamente uniformes cuyos tamaños individuales concuerdan bien con las mediciones de la dispersión dinámica de luz (tabla 2). Durante la preparación de la muestra de TEM, tanto la tinción como el secado tendrán un efecto sobre las partículas que las hacen agruparse, tal como se muestra en la figura 2.

Aunque los agregados no esféricos son visualmente abundantes en las imágenes de TEM de preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 12-16 %, la fracción en masa de agregados esféricos representa >80 % debido a su estructura compacta.

Se encontró además que la fracción creciente de agregados solubles con concentración de proteína creciente concordaba con la aparición de agregados de cadena más pequeña en imágenes de TEM que sugieren que el aumento en la concentración de proteína y/o el aumento en el contenido de Na y K da como resultado una fracción aumentada de agregados solubles.

Tabla 2. Características de preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 4-16 %. n.d. = no determinado

Proteína	4 %	8 %	10 %	12 %	16 %
pH	5,91	5,92	6,0	5,93	5,92
Razón Ca:BLG p:p	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
Na+K (mM)	3,8	7,6	9,5	11,4	15,2
Diámetro promedio z , nm	211±1	211±3	196	222±3	287±3
Nanogeles	94 %	90 %	n.d.	88 %	80 %
Agregados solubles	6 %	10 %	n.d.	12 %	20 %

Conclusión:

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche pueden prepararse incluso a concentraciones de hasta al menos el 16 % de proteína cuando se usan disoluciones de proteína de suero de leche caracterizadas por un bajo contenido de sales monovalentes y calcio (Ca:BLG 0,0016 p:p). Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche resultantes consisten en la mayor parte (≥ 80 %) en nanogeles esféricos que tienen un tamaño de 211-287 nm con una fracción menor de agregados de proteína de suero de leche solubles.

La fracción de agregados de proteína de suero de leche solubles aumenta con el aumento de la proteína y/o el contenido de sales monovalentes (Na+K).

Ejemplo 2: Preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche que tienen un bajo contenido de agregados solubles

El propósito de las presentes preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche es demostrar cómo los cationes monovalentes y divalentes presentes durante el tratamiento térmico de las composiciones de proteína de suero de leche influyen en la distribución entre los nanogeles y los agregados de proteína de suero de leche solubles y, en última instancia, permiten el tratamiento térmico de disoluciones de proteína de suero de leche a altas concentraciones de proteína sin gelificación para formar nanogeles de proteína de suero de leche.

Materiales y métodos:

Se prepararon preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche a partir del polvo de BLG usado en el ejemplo 1 que tiene la composición descrita en la tabla 1 pesando el polvo de BLG para alcanzar el 3, el 4, el 5 y el 16 % de BLG respectivamente, teniendo todos un contenido de calcio de 0,0016 g por gramo de BLG.

El polvo se dispersó en agua MilliQ para alcanzar las concentraciones deseadas y se disolvió mediante ajuste de pH a 6,0 usando NaOH 3 M mientras se registraba la cantidad de minerales añadidos. Se añadió NaCl 0-50 mM a las preparaciones a partir de una disolución madre 1 M. La concentración molar total de Na+K se calculó al resumir el contenido inherente de Na+K en el polvo usando sus respectivos pesos moleculares, la cantidad de Na añadida en forma de NaCl y la cantidad total resultante de Na+K se presenta en

Proteína:	3 %	4 %	5 %	Comportamiento de flujo
NaCl añadido, mM	Mineral total (N + K), mM			líquido
0	2,9	3,8	4,8	líquido
10	12,9	13,8	14,8	líquido
20	22,9	23,8	24,8	líquido
30	32,9	33,8	34,8	gelificado
50	52,9	53,8	54,8	gelificado

Se calentó 1 ml de cada muestra en un vial sellado con precinto de aluminio transparente de 2 ml (Agilent Technologies, Alemania) durante 10 minutos en un bloque de aluminio precalentado a 90 °C.

El tamaño de los nanogeles de proteína de suero de leche se evaluó mediante dispersión de luz usando el análisis 2, el comportamiento de flujo (gel/líquido) evaluando el flujo de las muestras al fondo tras la inversión de la muestra y la medición de la viscosidad de la muestra usando el viscosímetro Viscoman tal como se describe en el análisis 4.

Se prepararon las muestras A-E a partir del mismo polvo de BLG para preparar composiciones de BLG al 12 % con un contenido de Ca inherente de 0,0016 g/g de BLG. El polvo de BLG se pesó, se dispersó en agua MilliQ y se disolvió mediante la adición de NaOH 3 M para alcanzar un pH de 5,9 (muestra A).

Se prepararon las muestras B-E mediante valoración adicional con NaOH 3 M para alcanzar pH 6,0-6,1-6,3 y 6,5, respectivamente.

Se calentaron 15 ml de cada muestra (A-E) a 95 °C durante 15 min en tubos de vidrio Duran mediante inmersión en un baño de agua y se enfriaron inmediatamente en un baño de agua helada después del calentamiento.

Se prepararon las muestras F-L a partir del mismo polvo de BLG para preparar disoluciones de BLG al 14 % con un contenido de calcio de 0,0021 g/g de BLG. El polvo de BLG se pesó, se dispersó en agua MilliQ y se disolvió por valoración con una suspensión de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 5 % (con agitación para asegurar la homogeneidad) hasta un contenido de Ca de 0,0021 g/g de BLG y un pH de 5,97 (muestra F).

Se prepararon las muestras G-K a partir de la muestra F mediante ajuste con NaOH 3 M para alcanzar un pH de 6,1-6,7 (véase la tabla) mientras se registraba la cantidad de NaOH añadido.

Se calentaron 15 ml de cada una de las muestras F-L a 95 °C durante 14 minutos en un baño de agua para preparar nanogeles de proteína de suero de leche y se enfriaron inmediatamente después del calentamiento.

Se preparó un conjunto de muestras M tal como se describe para las muestras F-L, pero con adición de CaCl_2 7,5 mM a partir de CaCl_2 1 M después del ajuste inicial del pH a 5,97 para alcanzar un contenido de calcio de 0,0044 g/g de BLG. El pH se ajustó a 5,9-6,5 usando NaOH 3 M y la muestra se calentó tal como se describe para las muestras F-L.

Se preparó un conjunto de muestras N tal como se describe para el conjunto de muestras M, pero con adición de CaCl_2 14,9 mM para alcanzar un contenido de Ca de 0,0065 g/g de BLG. Se ajustaron alícuotas de la muestra a pH en el intervalo de 5,9-6,7 usando NaOH 3 M y se calentaron tal como se describe para las muestras F-L.

Se prepararon preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche O-P-Q adicionales disolviendo polvo de BLG para alcanzar BLG al 14-16-20 % mediante ajuste de pH a 6,04-5,94-5,89 usando suspensión de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 5 % para alcanzar contenidos de Ca de 0,0022, 0,0024 y 0,0023 g/g de BLG, respectivamente. Luego se ajustó el pH usando NaOH 3 M para alcanzar pH 6,11, 6,10 y 6,08, respectivamente. Luego se prepararon preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche O-P-Q con un bajo contenido de agregados de proteína de suero de leche solubles calentando una muestra de 15 ml en tubos de vidrio Duran sumergidos en un baño de agua a 95 °C durante 14 minutos.

Las viscosidades de las muestras O-P-Q se determinaron según el análisis 4.

Se prepararon las muestras R y S tal como se describe para la muestra F y se valoraron adicionalmente a pH 6,2 y 6,4, respectivamente, usando $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 5 % y se calentaron tal como se describe para las muestras F-L. El contenido de calcio de las muestras fue de 0,0028 y 0,0030 g/g de BLG tal como se describe en la tabla 4.

El tamaño promedio Z y la distribución entre nanogeles y agregados de proteína de suero de leche solubles en

preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche se caracterizaron mediante los análisis 2 y 3, respectivamente. La viscosidad se determinó mediante el análisis 4 y el contenido de minerales tal como se describe en el análisis 14.

5 Resultados:

Se ajustó 1,0 ml de composiciones de proteína de suero de leche caracterizadas por un contenido inherente de calcio de 0,0016 g/g de BLG a pH 6,0 con NaCl añadido 0-50 mM y se trataron térmicamente a 90 °C durante 10 minutos en el bloque de aluminio. La cantidad de NaCl añadido y la cantidad total resultante de Na+K después del ajuste pueden verse en:

Proteína:	3 %	4 %	5 %	Comportamiento de flujo
NaCl añadido, mM	Mineral total (N + K), mM			líquido
0	2,9	3,8	4,8	líquido
10	12,9	13,8	14,8	líquido
20	22,9	23,8	24,8	líquido
30	32,9	33,8	34,8	gelificado
50	52,9	53,8	54,8	gelificado

(disoluciones de proteína de suero de leche al 3 %, al 4 % y al 5 %) y la tabla 4 (disoluciones de proteína de suero de leche al 16 %).

Habiendo demostrado que podían formarse preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche (ejemplo 1) incluso hasta al menos BLG nativa al 16 %, los inventores encontraron muy sorprendente que existe una concentración umbral aparente a aproximadamente Na+K total 20 mM por encima de la cual la disolución de proteína de suero de leche forma un gel tras el tratamiento térmico. A concentraciones de proteína más bajas (3-5 %) podían formarse preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche hasta al menos Na+K total 23-25 mM.

Por encima de este contenido aproximado de minerales monovalentes, el tratamiento térmico da como resultado la gelificación de la muestra independientemente de si la dosificación de proteína es del 3 %, del 4 %, del 5 %

Proteína:	3 %	4 %	5 %	Comportamiento de flujo
NaCl añadido, mM	Mineral total (N + K), mM			líquido
0	2,9	3,8	4,8	líquido
10	12,9	13,8	14,8	líquido
20	22,9	23,8	24,8	líquido
30	32,9	33,8	34,8	gelificado
50	52,9	53,8	54,8	gelificado

o incluso del 16 % de proteína (tabla 4). Por el contrario, todas las muestras que contenían Na+K <20 mM (16 %) o <25 mM (3-5 %) permanecieron líquidas, demostrando claramente de este modo la viabilidad de elaborar preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche a bajos contenidos de minerales monovalentes.

La tabla 4 revela además que incluso aumentos sutiles en Na+K total de desde 15,2 hasta 19,5 aumentan la viscosidad de desde 24 cP hasta >100 cP tras el tratamiento térmico de la disolución de proteína de suero de leche al 16 %.

Tabla 3. Influencia del contenido de NaCl añadido sobre el comportamiento de flujo tras la inversión de la muestra después del tratamiento térmico a 90 °C durante 14 minutos para formar nanogeles de proteína de suero de leche al 3-5 % de proteína a pH 6,0 y un contenido de calcio de 0,0016 g/g de BLG. El comportamiento de flujo de las muestras se evaluó como líquido cuando fluían al fondo tras la inversión del vial y no permanecían en el origen (es decir, estado gelificado).

Proteína:	3 %	4 %	5 %	Comportamiento de flujo
NaCl añadido, mM	Mineral total (N + K), mM			líquido

0	2,9	3,8	4,8	líquido
10	12,9	13,8	14,8	líquido
20	22,9	23,8	24,8	líquido
30	32,9	33,8	34,8	gelificado
50	52,9	53,8	54,8	gelificado

Tabla 4. Influencia del contenido de Na+K sobre la viscosidad resultante y el tamaño de los agregados de preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 16 % después del tratamiento térmico a 90 °C durante 10 minutos a pH 6,0. n.d. = no determinado.

Proteína	NaCl añadido, mM	Na+K total, mM	Calcio g/g de BLG	Viscosidad, cP	Diámetro promedio z, nm
16 %	0	15,2	0,0016	24,3	287±2
16 %	5	17,4	0,0016	32,9	n.d.
16 %	10	19,5	0,0016	103,5	n.d.
16 %	15	21,6	0,0016	gel	

Para minimizar la adición de minerales monovalentes, se intentó ajustar el pH de una composición de proteína de suero de leche al 14 % mediante el uso de una suspensión de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ añadiendo de ese modo cationes divalentes en lugar de cationes monovalentes durante la valoración.

Por tanto, se preparó una composición de proteína de suero de leche al 14 % disolviendo BLG mediante el uso de ajuste de pH a pH 5,97 usando $\text{Ca}(\text{OH})_2$, llevando el contenido de Ca hasta 0,0021 g/g de BLG. Sin embargo, tal como se muestra en la tabla 6 (muestras F-L), el tratamiento térmico a 95 °C durante 10 minutos dio como resultado la gelificación de la muestra.

Por tanto, el pH se aumentó adicionalmente mediante el uso de NaOH 3 M para mantener constante el contenido de calcio a 0,0021 g/g de BLG mientras se aumentaba la repulsión electrostática entre proteínas. Esto permitió sorprendentemente la formación de preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 14 % de proteína mediante tratamiento térmico a 95 °C durante 10 minutos desde como máximo pH 6,1 y hasta al menos 6,7. Tal como muestra la tabla 6, el Na+K total permanece ≤ 20 mM dentro de este intervalo de pH.

Sorprendentemente, la fracción de agregados solubles en las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche calentadas permanece notablemente baja (≤ 2 %) a pH 6,1-6,3 sin signo de sedimentación en la muestra a pesar de las altas concentraciones de proteína usadas, que lo hacen particularmente beneficioso para preparar nanogeles en este intervalo de pH.

Incluso más sorprendentemente, se encontró que el contenido de calcio de aproximadamente 0,0022-0,0024 (muestras O-P-Q) g/g de BLG obtenido mediante el ajuste de pH en dos etapas de (1) usar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ para alcanzar el contenido de calcio deseado y (2) aumentar el pH a aproximadamente 6,1 para asegurar que el Na+K total se mantiene muy por debajo de 20 mM permitió el tratamiento térmico de concentraciones de proteína de hasta al menos BLG al 20 % tal como se muestra en la tabla 6.

Sin embargo, si el contenido de calcio no se modifica mediante la adición de CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ u otras fuentes, las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 12 % tratadas térmicamente a pH 5,9-6,1 mostradas en la tabla 6 (muestra A-D, 0,0016 g/g de BLG) demuestran que la fracción de proteína de suero de leche soluble es significativamente mayor y aumenta con el pH y, en última instancia, conduce a la gelificación a pH $\geq 6,3$.

La tabla 6 (conjuntos de muestras M-N) demuestra además que si se añade CaCl_2 para aumentar el contenido de calcio en las composiciones de proteína de suero de leche de desde 0,0043 hasta 0,0065 g/g de BLG en el intervalo de pH entre 5,9-6,7 da como resultado gelificación tras tratamiento térmico.

Sorprendentemente, incluso cuando el pH se aumentó sólo mediante el uso de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, las muestras de nanogeles de proteína de suero de leche líquidos R y S se prepararon mediante tratamiento térmico a 94 °C durante 14 minutos a pH 6,2-6,48, respectivamente, la formación de nanogeles fue factible a 0,0028-0,0030 g de calcio/g de BLG y Na+K total 3,7 mM (véase la tabla 6).

Tabla 5. Características de la materia prima y el procedimiento usados para la preparación de nanogeles de proteína de suero de leche.

Muestras	F-L	M	N
----------	-----	---	---

Proteína	14 %	14 %	14 %
Punto de ajuste de pH 1 Ca(OH) ₂	5,97	5,97	5,97
CaCl ₂ añadido, mM	-	7,5	14,9
pH durante el tratamiento térmico	5,97-6,67	5,9-6,48	5,87-6,66
Calcio/BLG en g/g	0,0021	0,0043	0,0064
Salas monovalentes	3,3-12,1	3,26-11,3	3,26-15,9
Tratamiento térmico	95 °C 14 min	95 °C 14 min	95 °C 14 min

Tabla 6. Características de las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche tratadas térmicamente

ID	pH	Muestra	Ca g/g de BLG	Na+K total mM	Diámetro promedio z, nm	Nanogeles	Agr. soluble
A	5,9	12 %	0,0016	11,4	228	88 %	12 %
B	6,0	12 %	0,0016	12,7	209	76 %	24 %
C	6,1	12 %	0,0016	16,0	184	58 %	42 %
D	6,3	12 %	0,0016	19,7	Gelificado		
E	6,5	12 %	0,0016	23,4	Gelificado		
F	6,0	14 %	0,0021	3,3	Gelificado		
G	6,1	14 %	0,0021	4,8	458	98 %	2 %
H	6,2	14 %	0,0021	6,4	304	98 %	2 %
I	6,3	14 %	0,0021	7,9	276	98 %	2 %
J	6,4	14 %	0,0021	9,4	284	95 %	5 %
K	6,5	14 %	0,0021	10,9	286	88 %	12 %
L	6,7	14 %	0,0021	12,1	291	74 %	26 %
M	5,9-6,5	14 %	0,0043	3,26-11,3	Gelificado		
N	5,9-6,7	14 %	0,0065	3,26-15,9	Gelificado		
O	6,04-6,11	14 %	0,0022	7,5	353	98,2 %	1,8 %
P	5,94-6,10	16 %	0,0024	8,5	364	98,1 %	1,9 %
Q	5,89-6,08	20 %	0,0023	10,6	563	98,1 %	1,9 %
R	6,2	16 %	0,0028	3,73	n.d.	97,1 %	2,9 %
S	6,42	16 %	0,0030	3,73	n.d.	96,9 %	3,1 %

5 Conclusión:

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche que contenían hasta al menos el 98 % de nanogeles se prepararon con éxito controlando la cantidad de calcio por BLG y el pH mientras se mantenía bajo el contenido de minerales monovalentes (Na+K total $\leq$ 20 mM). Se lograron contenidos de calcio y niveles de Na+K totales adecuados combinando una materia prima proteica adecuada con ajuste de pH usando Ca(OH)₂ y NaOH para alcanzar niveles apropiados de minerales.

Los tamaños de los agregados a $\geq$ 90 % de contenido de nanogel se observaron en el intervalo de 276-563 nm.

- 15 Se observó que se requiere un pH más alto para la formación de nanogeles para evitar la gelificación cuando está presente un mayor calcio y que un pH demasiado alto también da como resultado la gelificación debido a la formación de una gran fracción de agregados de proteínas de suero de leche solubles. Por tanto, se requieren valores de pH intermedios adaptados al contenido de calcio específico para un rendimiento óptimo.

20 Ejemplo 3: Nanogeles de proteína de suero de leche preparados a alta temperatura

Las disoluciones de proteína de suero de leche que contenían BLG al 4-16 % se trataron térmicamente a temperaturas que oscilaban entre 85 y 150 °C para evaluar las oportunidades de producir nanogeles de proteína de suero de leche en un amplio intervalo de temperatura.

Materiales y métodos:

Se prepararon disoluciones de proteína de suero de leche disolviendo BLG tal como se describe en el ejemplo 1 mediante ajuste con NaOH 3 M a pH 5,9.

Se trató térmicamente el conjunto de muestras A a 85 °C durante 22 minutos. Se transfirieron 120 µl de cada una de las disoluciones de BLG de pH 5,9 al 4-16 % a una placa de PCR de 96 pocillos (VWR, n.º de catálogo 732-2387) y se sellaron usando papel de aluminio adhesivo (VWR n.º de catálogo 60941-126). La placa se calentó en un termociclador Esco Healthcare Swiftmax MaxPro programado para equilibrar muestras a 20 °C durante 5 minutos seguido de calentamiento a temperatura objetivo a 4 °C/s y mantenido a la temperatura objetivo de 85 °C durante la duración descrita de 22 minutos, y la muestra se enfrió posteriormente hasta 4 °C.

El conjunto de muestras B fue idéntico al conjunto de muestras A, pero se trató térmicamente a una temperatura más alta de 95 °C durante 14 minutos para producir preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche.

El conjunto de muestras C consistía en disoluciones de BLG al 12 % preparadas tal como se describió anteriormente y el pH se ajustó en el intervalo de 5,9-6,0 y 6,1 usando NaOH 3 M. Se calentaron 10 ml de disolución de BLG al 12 % a cada pH a 95 °C durante 10 minutos en un baño de agua tal como se describe en el ejemplo 1.

El conjunto de muestras D consistía en disoluciones de BLG al 12 % a pH 5,9-6,0 preparadas tal como se describe para el conjunto de muestras C. Sin embargo, el conjunto de muestras D se trató térmicamente mediante incubación a 150 °C durante 0-10 minutos. Se transfirió una muestra de 1,0 ml a viales de inyección de 2 ml de 32x11,5 mm (Mikrolab, n.º de pieza ML33003V) y se selló con precinto de aluminio. Luego se calentó la muestra mediante incubación en un bloque de aluminio precalentado hasta 150 °C en una unidad de calentamiento supertérmico de Mikrolab. El bloque de aluminio tenía agujeros perforados para ajustarse exactamente a las dimensiones de los viales asegurando una transferencia de calor eficiente. Las alícuotas de muestras individuales se incubaron normalmente durante (minutos:segundos) 0:45, 1:00, 1:20, 1:47, 2:22, 3:10, 4:13, 5:38 ó 7:30 midiendo que la temperatura en la muestra superase 140 °C después de 132 segundos (2:12) para simular las condiciones de UHT. Después de calentar, la muestra se transfirió inmediatamente a agua fría para detener reacciones adicionales.

Se preparó la muestra E como una disolución de BLG al 14 % tal como se describe para el conjunto de muestras F-L en el ejemplo 2 y se ajustó a pH 6,2 usando NaOH 3 M.

El tamaño promedio Z de las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche se determinó tal como se describe en el análisis 2. El contenido de minerales se determinó usando el análisis 14. El tiempo de coagulación por calor y la distribución entre los nanogeles y los agregados de proteína de suero de leche solubles se determinaron usando los análisis 16 y 3, respectivamente.

Resultados:

La tabla 7 destaca que los nanogeles de proteína de suero de leche caracterizados por una concentración de Na y K que se resume en de 3,8 a 16 mM, un diámetro promedio Z de aproximadamente 180-390 nm, pueden prepararse calentando disoluciones de proteína de desde como máximo al 4 % hasta al menos el 12 % a un contenido de calcio de 0,0016 g/g de BLG y tratamiento térmico a temperaturas que oscilan entre como máximo 85 °C y al menos 95 °C a aproximadamente pH 6.

Además, cuando se trataron térmicamente composiciones de proteína de suero de leche nativa al 14 % caracterizadas por 0,0022 g de calcio/g de BLG y Na+K que se resumen en 6,9 mM mediante incubación en un bloque térmico de 150 °C durante 0-7:30 minutos, se encontró sorprendentemente que las preparaciones de nanogel resultantes permanecieron sorprendentemente líquidas y fluyen libremente al fondo de viales de HPLC tras la inversión incluso después del tratamiento térmico durante al menos de 5:38 a 7:30 minutos a 150 °C a pH 6,0 y 5,9, respectivamente.

Tabla 7. Características de las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche tratadas térmicamente.

Muestra	pH	Calentamiento	Ca g/g de BLG	Na+K total, mM	Diámetro promedio z, nm	Nanogeles	Agr. soluble
A4 %	5,9	85 °C 22 min	0,0016	3,8	201,2±3,7	n.d.	n.d.
A8 %	5,9	85 °C 22 min	0,0016	7,6	205,4±3,0	n.d.	n.d.
A12 %	5,9	85 °C 22 min	0,0016	11,4	235,3±1,1	n.d.	n.d.

A 16 %	5,9	85 °C 22 min	0,0016	15,2	388,6±2,0	n.d.	n.d.
B4 %	5,9	95 °C 14 min	0,0016	3,8	190,4±1,7	94 %	6 %
B8 %	5,9	95 °C 14 min	0,0016	7,6	223,7±1,7	90 %	10 %
B12 %	5,9	95 °C 14 min	0,0016	11,4	222,2±3,3	88 %	12 %
C16 %	5,9	95 °C 14 min	0,0016	15,2	318,8±3,5	80 %	20 %
C12 %	5,9	95 °C 10 min	0,0016	11,4	228,2±2,9	88 %	12 %
C12 %	6,0	95 °C 10 min	0,0016	12,7	209,0±2,5	76 %	24 %
C12 %	6,1	95 °C 10 min	0,0016	16,0	184,2+/-3,215	58 %	42 %

Tabla 8. Tratamiento térmico mediante incubación a 150 °C de composiciones de proteínas de suero de leche al 12-14 % a pH 5,9-6,2 que demuestra que la nanoparticulación es factible a alta concentración de proteína incluso en condiciones de UHT cuando las condiciones minerales y el pH son apropiados.

5

Proteína	D12 %	D12 %	E14 %
Ca g/g de BLG	0,0016	0,0016	0,0022
Na+K	11,4	12,7	6,9
pH	5,9	6,0	6,2
Tratamiento térmico a 150 °C			
7:30	líquido	gel	líquido
5:38	líquido	líquido	líquido
4:13	líquido	líquido	líquido
3:10	líquido	líquido	líquido
2:22	líquido	líquido	líquido

Conclusión:

Se encontró que las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche pueden prepararse a un intervalo sorprendentemente amplio de temperaturas, por ejemplo, a 85 °C/22 min o a 150 °C/7:30 min y a concentraciones de BLG notablemente altas de como máximo el 4 % a al menos el 16 % de proteína.

Puesto que se alcanzan 140 °C después de 2 minutos 12 segundos de calentamiento en el bloque de calor a 150 °C, pueden aplicarse un tiempo de retención eficaz sorprendentemente largo más allá de 4 minutos 30 segundos y, por consiguiente, una alta carga de calor a muestras al 12-14 %, mientras que todavía se producen nanogeles de proteína de suero de leche en forma líquida.

Aunque generalmente se cree que el calentamiento de alta concentración de proteína en condiciones de UHT sin cizallamiento conduce a la gelificación y bloqueo del equipo, se encontró sorprendentemente de este modo que el tratamiento de BLG nativa en condiciones de UHT al 12-14 % sorprendentemente no dio como resultado la gelificación de las muestras incluso en ausencia de fuerzas de cizallamiento aplicadas. Esto es particularmente sorprendente ya que BLG se considera una de las proteínas de suero de leche menos estables al calor.

Los tamaños de nanogel resultantes de aproximadamente 184-389 nm están en buena concordancia con los ejemplos anteriores y los tamaños de agregados observados por TEM en la figura 2.

Ejemplo 4: Preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche estables al calor

La presente investigación tiene como objetivo demostrar que las preparaciones de nanogel de proteína son adecuadas para su uso en procesamiento a temperatura ultra alta, lo que las hace ideales para su uso en aplicaciones de bebidas con alto contenido de proteína a pH neutro

Materiales y métodos:

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 14-16-20 % fueron tal como se describe para la muestra O-P-Q en el ejemplo 2.

Las preparaciones de nanogel al 14-16 y al 20 % se sometieron a un tratamiento térmico secundario a

temperaturas de UHT para evaluar la estabilidad térmica definida por el primer tiempo de calentamiento en el que se coagula la muestra. Este tiempo se denomina tiempo de coagulación por calor y se mide según el análisis 16.

Además, la muestra al 14 % se concentró hasta el 24 % de proteína mediante ultrafiltración tal como sigue:

Se concentraron 150 ml de preparación de nanogel de proteína de suero de leche colocándola en una celda con agitación Amicon de 200 ml equipada con una membrana Koch HFK 328 con un corte de peso molecular nominal de 5 kDa. Se aplicó gas N₂ de 3 bar para presurizar la celda permitiendo la concentración de la muestra por paso forzado de líquido a través de la membrana de ultrafiltración. Se midió el Brix del retenido y el permeado y se calculó el contenido de proteína del retenido tal como se describe en el análisis 10. Durante la concentración, la presión se alivió temporalmente y se retiró la parte superior de la celda para permitir la medición de la concentración de proteína mediante Brix (análisis 10) y la viscosidad tal como se describe en el análisis 4.

El tiempo de coagulación por calor del concentrado al 24 % se determinó según el análisis 16.

El diámetro promedio z y la viscosidad de las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche se determinaron mediante los análisis 2 y 4, respectivamente. La distribución entre nanogeles de proteína de suero de leche y agregados de proteína de suero de leche solubles se determinó usando el análisis 3.

Resultados:

La tabla 9 resume las características de las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche elaboradas a través del tratamiento térmico de altas concentraciones de proteína.

Las disoluciones no calentadas se caracterizaron por 0,0022-0,0024 g de Ca/g de BLG y un bajo contenido de iones monovalentes tal como se demostró por un Na+K total de menos de 11 mM.

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche se caracterizaron por una viscosidad sorprendentemente baja de 2,9-4,7 cP a pesar del alto contenido de proteína (14-20 %, respectivamente) y se encontró que el diámetro promedio Z de los agregados estaba en el intervalo de ~350-560 nm. Se encontró un contenido notablemente alto (>98 %) de nanogeles en relación con la proteína total en las muestras.

Tal como se observa en la tabla 9, sorprendentemente se encontró que las preparaciones de nanogel eran particularmente estables al calor ya que todas las muestras al 14 %, al 16 %, al 20 % de proteína e incluso las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 14 % concentradas hasta el 24 % permanecieron líquidas después de 2 min 20 s de calentamiento y, de ese modo, resistieron las temperaturas de UHT y requirieron incluso calentamiento adicional a 150 °C durante al menos 7 min 30 s al 14-16 % o 3 min 10 s al 20 % y al 24 % de proteína para forzar la gelificación, véase la tabla 9.

Tabla 9. Características de las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche elaboradas mediante tratamiento térmico a 90 °C durante 10 minutos a concentraciones de proteína del 14-20 %.

% de proteína	14	16	20
pH	6,11	6,10	6,08
Calcio:BLG en g/g	0,0022	0,0024	0,0023
[Na]+[K]	7,5	8,5	10,6
pH después de calentar	6,72	6,71	6,72
Viscosidad de la muestra, cP	2,92	3,44	4,66
Diámetro promedio z , nm	353±10	364±7	563±9
Agregados solubles	1,85 %	1,89 %	1,92 %
Nanogeles	98,15 %	98,11 %	98,08 %
Tiempo de coagulación por calor	7:30	7:30	3:10

Conclusión:

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche estables al calor que tienen un diámetro de aproximadamente 353-562 nm y baja viscosidad pueden prepararse a altas concentraciones de proteína mediante tratamiento térmico a pH 14-20 % de proteína, 0,0022-0,0024 g de calcio/g de BLG y Na+K de menos de 10,6 mM.

Las muestras se caracterizaron por una alta fracción de nanogeles de proteína de suero de leche (>98 %) y se encontró que eran notablemente resistentes al tratamiento térmico, ya que permanecieron líquidas incluso después del tratamiento térmico por encima de 140 °C, e incluso la muestra al 14 % concentrada mediante ultrafiltración hasta el 24 % de proteína resistió el calentamiento a temperaturas de UHT.

Ejemplo 5: Preparaciones de proteína de suero de leche de baja viscosidad

Se produjeron preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche con bajo contenido de agregados solubles para reducir la aportación proteica de los agregados de proteína de suero de leche solubles y evaluar la viabilidad de elaborar preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche altamente concentradas.

El alto contenido de proteína a baja viscosidad es una gran ventaja en el procesamiento industrial donde la capacidad para alcanzar concentraciones de proteína más altas aumenta directamente la capacidad del equipo de secado por pulverización. El desarrollo de baja viscosidad se desea además en la producción ya que la escala de flujo a través de membranas (por ejemplo, en el contexto de ultrafiltración) es inversamente proporcional a la viscosidad del líquido que va a filtrarse.

Además, se desea una baja viscosidad en bebidas de proteína de suero de leche con alto contenido de proteína y yogures con alto contenido de proteína.

Materiales y métodos:

Se prepararon 200 ml de composición de BLG al 14 % dispersando polvo en MilliQ, disolviendo mediante ajuste de pH a 6,0 usando suspensión de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 5 % y ajuste final del pH a 6,2 usando NaOH 3 M. La muestra se distribuyó en varias alícuotas de 15 ml que se sumergieron en un baño de agua a 95 °C durante 14 minutos, se enfriaron inmediatamente después de calentar y se agruparon en una sola muestra.

La muestra se concentró mediante concentración por UF mientras se sigue la concentración de proteína y la viscosidad en puntos de tiempo apropiados.

La viscosidad de las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche se midió usando un reómetro (Anton Paar, Physica MCR301). Se añadieron 19,6 ml de muestra a la copa CC27-SS (SN33864) y las muestras se equilibraron a 8 °C. Se realizó un barrido de velocidad de cizallamiento entre 1 s^{-1} y 1000 s^{-1} durante 10,5 minutos. La viscosidad se presentó en la unidad centipoise (cP) a una velocidad de cizallamiento de 300 s^{-1} .

La concentración por UF se realizó colocando 150 ml de muestra al 14 % en una celda con agitación Amicon de 200 ml equipada con una membrana Kock HFK328. Se aplicó gas N_2 de 3 bar para presurizar la celda y concentrar la muestra. El Brix del permeado se midió uniformemente a 0,0 y, por tanto, igual al agua, lo que sugiere que no hay paso de proteínas a través de la membrana. Durante la concentración, la presión se alivió temporalmente para permitir la medición de la concentración de proteína mediante Brix tal como se describe en el análisis 10 y la viscosidad tal como se describe en el análisis 4. Se retiró una muestra después de la concentración hasta el 24 % de proteína y se dejó a 4 °C durante la noche.

Resultados:

La tabla 10 describe las características de una preparación de nanogel que contiene el 95,5 % de nanogeles preparados por tratamiento térmico al 14 % de proteína a 95 °C durante 14 minutos a un contenido de calcio de 0,0022 g/g de BLG y en presencia de Na y K, combinándose hasta una concentración de 6,9 mM. Aunque tales tratamientos térmicos de preparaciones de proteína de suero de leche concentradas normalmente gelifican y/o requieren alto cizallamiento mediante el uso de, por ejemplo, intercambiadores de calor raspados para evitar la gelificación durante el calentamiento, los inventores han encontrado que la preparación de proteína de suero de leche tratada térmicamente permaneció a una viscosidad notablemente baja comparable dentro de un error experimental con la de la disolución de proteína de suero de leche nativa tal como se observa en la tabla 10.

La preparación de nanogel de proteína de suero de leche se concentró adicionalmente mediante ultrafiltración mientras se monitorizaba el desarrollo de viscosidad en función del contenido de proteína tal como se muestra en la figura 3. Sorprendentemente, se encontró que la preparación de nanogel podía concentrarse hasta al menos el 29,5 % de proteína y la viscosidad, en contraste con la esperada, incluso siguió estrechamente la viscosidad de las disoluciones de proteína de suero de leche no calentadas hasta al menos el 29,5 % de proteína.

Tabla 10. Características de la preparación de nanogel de proteína de suero de leche usada para investigar el comportamiento de flujo

Proteína (%)	14
Calcio en g/g de BLG	0,0022

Na+K total, mM	6,9
Tratamiento térmico	95 °C 14 min
Diámetro promedio z, nm	306±3
Viscosidad de la disolución de proteína de suero de leche no calentada, mPa·s	3,9
Viscosidad de la preparación de nanogel, mPa·s	3,7
Nanogeles	95,5 %
Agregados solubles	4,5 %

Conclusión:

5 La combinación de alto contenido de proteína (14 %), bajo contenido de Na+K y 0,0022 g de calcio/g de BLG con tratamiento térmico a 95 °C durante 14 minutos produjo preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche estables caracterizadas por el 95,5 % de nanogeles en relación con la proteína total y un tamaño promedio Z de 305,5±2,8 nm.

10 Se encontró que la viscosidad de incluso preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche concentradas era uniformemente baja y aproximadamente igual a la viscosidad de disoluciones de BLG nativas incluso cuando se concentraron a niveles altos de proteína de hasta al menos el 29,5 %.

15 Esto permite la concentración de nanogeles de proteína de suero de leche (24 % en el ejemplo anterior) que resisten las temperaturas de UHT haciéndolos particularmente útiles a pH neutro donde el tratamiento con UHT es un requisito previo para, por ejemplo, bebidas médicas donde un alto contenido de proteína es un deseo de varios grupos de pacientes.

Ejemplo 6: Productos acidificados de baja viscosidad

20 Se produjeron preparaciones de nanogel que contenían bajas cantidades de agregados solubles para demostrar que pueden prepararse productos acidificados de baja viscosidad.

Métodos:

25 Se prepararon las muestras A-C a partir de polvo de BLG para elaborar composiciones de BLG al 12 % con un contenido de calcio inherente de 0,0016 g/g de BLG. El polvo de BLG se pesó, se dispersó en agua MilliQ y se disolvió mediante la adición de NaOH 3 M para alcanzar un pH de 5,9 (muestra A).

30 Las muestras B-C se prepararon mediante valoración adicional con NaOH 3 M para alcanzar pH 6,0 y 6,2, respectivamente.

35 Se preparó la muestra D a partir de polvo de BLG para elaborar una preparación de nanogel de proteína de suero de leche de BLG al 16 % particularmente baja en contenido de proteína gelificable con ácido. La proteína se pesó, se dispersó en agua MilliQ y se disolvió mediante valoración con suspensión de Ca(OH)₂ al 5 % para alcanzar pH 5,94. El pH se ajustó después a 6,0 usando NaOH 3 M.

40 Se calentaron 3x18 ml de cada una de las muestras A-D a 95 °C durante 15 min en tubos de vidrio Duran mediante inmersión en un baño de agua y se enfriaron inmediatamente en un baño de hielo-agua después de calentar.

Se pesaron 15 gramos de cada una de las muestras A-D y se añadieron 30 gramos de MilliQ (muestra A-C) o 45 ml de MilliQ (muestra D) para diluir la muestra hasta el 4 % de proteína. Las muestras diluidas se evaluaron con respecto a la formación de gel tras la acidificación según el análisis 5.

45 La composición de minerales de las disoluciones de proteína de suero de leche se determinó usando el análisis 14.

50 La distribución entre nanogeles de proteína de suero de leche y agregados de proteína de suero de leche solubles se determinó mediante el análisis 3. La formación de la estructura durante la acidificación se determinó usando el análisis 5.

Resultados:

55 Se prepararon con éxito preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 12-16 % con contenido variable de agregados solubles tal como se ilustra en la tabla 11 que incluyen una muestra al 16 % con contenido

notablemente bajo de agregados solubles del 1,9 %.

La figura 4 demuestra que la acidificación de las muestras (todas diluidas hasta el 4 % de proteína antes del análisis) en el reómetro da como resultado profundos aumentos en el módulo de almacenamiento (resistencia del gel) para muestras que contienen un gran contenido de agregados solubles (por ejemplo, muestra A con un máximo de 1257 observado a aproximadamente 18 minutos (el pH fue de 4,4)), mientras que se observa una disminución en la resistencia máxima del gel con una fracción decreciente de agregados de proteína de suero de leche solubles. Por ejemplo, se midió un módulo de almacenamiento de 7,1 Pa como el máximo durante la acidificación de una muestra al 16 % (D) que contenía el 1,9 % de proteína gelificable con ácido, haciendo que tales preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche sean particularmente útiles en productos acidificados/fermentados en los que se desea un bajo grado de gelificación de proteínas, tales como bebidas ácidas de proteína de suero de leche y yogures con alto contenido de proteína.

Tabla 11. Preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche a partir de BLG

Muestra	A	B	C	D
Proteína	12 %	12 %	12 %	16 %
pH	6,2	6,0	5,9	6,0
Calcio en g/g de BLG	0,0016	0,0016	0,0016	0,0016
Na+K total	17,9	12,7	11,4	5,9
pH	6,20	6,0	5,9	6,0
Nanogeles	40,8 %	71,6 %	91,8 %	98,1 %
Agregados solubles	59,2 %	18,4 %	8,2 %	1,9 %

Conclusiones:

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche producidas a alta concentración de proteína en condiciones que favorecen la formación de bajas cantidades de agregados solubles son particularmente útiles para productos acidificados de baja viscosidad porque la viscosidad permanece baja incluso después de la acidificación.

Ejemplo 7: Uso de mezclas entre WPI y BLG para la preparación de nanogel de proteína de suero de leche

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche se produjeron mezclando la composición de BLG con WPI para demostrar que la aportación de minerales de las fuentes de WPI prohíbe la formación de preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche a altas concentraciones de proteína a $\text{Na+K} \geq 20\text{-}25 \text{ mM}$ y/o razones Ca:BLG demasiado altas.

Métodos:

Se preparó una composición de proteína de suero de leche al 12 % (A) dispersando polvo aislado de BLG (véase el ejemplo 1) en agua MilliQ y se disolvió mediante ajuste de pH a 6,0 usando NaOH 3 M. Se preparó una composición de proteína de suero de leche al 12 % (B) mediante valoración adicional a pH 6,4 usando NaOH 3 M.

Se descongeló (congeló) una tercera composición de proteína de suero de leche (C), se diluyó hasta el 12 % de agua MilliQ y se ajustó a pH 6,0 usando NaOH 3 M. La composición de proteína de la composición C se proporciona en la tabla 12.

Se prepararon disoluciones de proteína de suero de leche al 12 % que consistían en el 100 % de una BLG A al 12 % así como mezclas 80:20, 75:25, 66,7:33,3 y 50:50 de disoluciones de BLG A al 12 % y disoluciones de WPI al 12 % mezclando volúmenes apropiados de BLG A y WPI.

Además, se preparó una mezcla 66,7:33,3 de BLG B y WPI dando como resultado una composición de proteína de suero de leche con pH de 6,2.

Todas las muestras se calentaron a 95 °C durante 14 minutos y se enfriaron inmediatamente después del calentamiento. El estado de la muestra se evaluó mediante inversión de los tubos de vidrio.

La distribución entre agregados solubles y nanogeles se evaluó mediante el uso de Brix medido antes/después de la centrifugación a 50.000x g durante 1 hora.

Tabla 12 Composición de la disolución de WPI

Fuente de proteína	WPI
pH	5,65
% de TS	22,7
% de proteína/TS	21,2
% de cenizas	0,5
% de grasa	0,12
% de lactosa	<0,09
% de P de TS	0,049
% de Na de TS	0,022
% de K de TS	0,069
% de Ca de TS	0,095
% de Mg de TS	0,016
% de ALA nativa	9 %
% de BLG nativa	55 %
% de CMP	17 %
g de calcio/g de BLG	0,008

- 5 El contenido de minerales se determinó usando el análisis 14.

La distribución entre nanogeles de proteína de suero de leche y agregados de proteína de suero de leche solubles se determinó mediante el análisis 3.

10 Resultados:

La tabla 13 muestra preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche preparadas mezclando BLG con WPI.

- 15 El contenido de Na+K total de todas las preparaciones de nanogel es bajo y las preparaciones permanecen líquidas después de calentar a pH 6,0 cuando el contenido de calcio es 0,0032 g/g de BLG, mientras que contenidos de calcio más altos conducen a la formación extensa de grumos de gel o gelificación de toda la muestra.
- 20 Sorprendentemente, se encontró que el aumento del pH a 6,2 redujo la gelificación y permitió la formación de preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche al 12 % incluso a un contenido de calcio de 0,0037 g/g de BLG y más ALA y CMP presentes en la muestra.

Tabla 13. Preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche preparadas a partir de BLG y WPI

25

Proteína	12 %	12 %	12 %	12 %	12 %	12 %
Fracción de BLG	100 %	80 %	75 %	66,7 %	66,7 %	50 %
Fracción de WPI	0 %	20 %	25 %	33,3 %	33,3 %	50 %
ALA, final	0 %	2 %	2 %	3 %	3 %	5 %
BLG, final	97 %	88 %	86 %	83 %	83 %	76 %
CMP, final	1 %	4 %	5 %	6 %	6 %	9 %
pH	6,0	6,0	6,0	6,0	6,2	6,0
Ca en g/g de BLG	0,0016	0,0028	0,0032	0,0037	0,0037	0,0048
Na+K	12,2	14,4	15,0	15,9	20,9	17,7
Estado	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido con grumos	líquido	Gel

Agregados solubles y proteína no desnaturalizada	20,8 %	10 %	11,6 %	-	22,5 %	-
Nanogeles	79,2 %	90 %	88,4 %	-	77,5 %	-

La proteína no desnaturalizada encontrada en las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche consistía principalmente en CMP.

5 Conclusiones:

Las preparaciones de nanogel de proteína de suero de leche pueden elaborarse a altas concentraciones de proteína, en presencia de otras proteínas distintas de BLG y niveles de calcio aumentados cuando el contenido de Na y K es suficientemente bajo y el pH se aumenta para compensar niveles de calcio más altos.

Ejemplo 8: Uso de nanogeles para la preparación de bebidas ácidas con baja astringencia

Los inventores han observado indicios de que la proteína de suero de leche en forma de nanogeles proporciona menos astringencia que otros tipos de suero de leche desnaturalizado. La astringencia no es un sabor sino una sensación en la boca y se siente como una contracción de los músculos de las mejillas y un aumento de la producción de saliva. La astringencia puede surgir, por ejemplo, del consumo de alimentos, por ejemplo, frutas inmaduras, vino tinto y bebidas de proteína ácidas esterilizadas térmicamente. En el presente ejemplo, los inventores investigaron la baja astringencia de los nanogeles de proteína de suero de leche.

20 Métodos

Se preparó una preparación de nanogel de BLG tal como se describe en el ejemplo 2 "O-P-Q" con las siguientes modificaciones:

Se ajustó BLG al 10 % caracterizada por las propiedades del ejemplo 1, tabla 1 a una razón Ca:BLG a 0,0021 p.p usando suspensión de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ al 5 % y se ajustó adicionalmente a 6,0 usando NaOH al 10 %.

Se usó un intercambiador de calor raspado a escala piloto para realizar el tratamiento térmico a 93 °C durante 10 minutos seguido de enfriamiento hasta 10 °C. Finalmente, la preparación de nanogel se concentró al 20,4 % de proteína en la unidad piloto MMS SW40 RO usando membranas de ósmosis inversa enrolladas en espiral (Alfa laval RO98pHt-65-263364) a una presión de 20 bar y se secó por pulverización en un dispositivo Anydro MicraSpray MS 750 para elaborar un polvo de nanogel.

Se dispersaron 7,3 kg de polvo de nanogel de proteína de suero de leche con las características descritas en la tabla 14 a continuación en 30,8 kg de agua desmineralizada en una mezcladora Scanima para producir una preparación de nanogel de BLG al 18 % y se dejó hidratar durante la noche a 10 °C con agitación suave.

La dispersión se homogeneizó a 200 bar seguido de ajuste de pH usando HCl al 9 % y se diluyó en agua desmineralizada para elaborar una disolución de nanogel de BLG al 10 % pH 3,5.

La disolución de nanogel se esterilizó usando un sistema de UHT de planta piloto OMVE HT320 configurado usando un intercambiador de calor de placas para proporcionar tratamiento térmico a 120 °C durante 20 segundos y se introdujo en botellas con tapón de rosca de 100 ml.

Se disolvieron 1,1 kg de polvo de BLG ácida preparado según el ejemplo 2 de la solicitud PCT n.º 2020/002426 y que tiene las características descritas en la tabla 14 en 8,9 kg de agua desmineralizada para producir una disolución de alimentación al 10 %. El pH fue de 3,51 y se usó sin ajuste adicional.

La disolución de BLG se esterilizó usando un sistema de UHT de planta piloto OMVE HT320 configurado usando un intercambiador de calor de placas para proporcionar tratamiento térmico a 120 °C durante 20 segundos y se introdujo en botellas con tapón de rosca de 100 ml.

La viscosidad de las preparaciones de bebida se midió tal como se describe en el análisis 4. El nivel percibido de astringencia se evaluó tal como se indica en la solicitud PCT WO 2020/002435 con la modificación de que se evaluaron muestras no diluidas en el presente ejemplo.

Tal como se describe en la solicitud PCT WO 2020/002435, la astringencia se evaluó en una escala de desde 0 hasta 15, donde 0 es sin intensidad y 15 es alta intensidad.

La claridad y turbidez se determinaron según el ejemplo 1.9 y el ejemplo 1.7 de la solicitud PCT WO 2020/002435. El contenido de minerales, sólidos totales, cenizas y proteína de las materias primas, nanogeles y composiciones de bebidas se determinó según los presentes análisis 14, 12, 11 y 7, respectivamente.

Resultados

5 Se preparó una preparación de nanogel al 10 % caracterizada por un diámetro hidrodinámico promedio $\bar{z}$ de 458 nm (análisis 2), viscosidad de 5,3 cP (análisis 4), nanogeles al 89 % y agregados solubles al 11 %, se concentró y se secó para elaborar un polvo de nanogel. El polvo de nanogel se rehidrató y se homogeneizó para facilitar su uso en una composición de bebida.

10 Tal como se muestra en la tabla 15 a continuación, se preparó una composición de bebida de nanogel de proteína de suero de leche al 10 % a pH 3,5 mediante tratamiento térmico a 120 °C/20 s y se comparó con una composición de BLG ácida al 10 % también tratada térmicamente a 120 °C/20 s. La bebida de referencia al 10 % tratada con UHT resultante tiene una fracción de proteína que consiste esencialmente en agregados solubles, y proteína monomérica (98 %) y sólo muy pocos nanogeles (2 %).

15 Tabla 14. Características del polvo de nanogel y polvo de BLG ácida.

	Polvo de nanogel de BLG	Polvo de BLG para la bebida de referencia
Cenizas	1,04 %	0,13 %
Ca	0,198 %	226 ppm
K	0,042 %	<0,025 %
Na	0,116 %	<0,025 %
Mg	0,024 %	<0,003 %
P	0,008 %	<0,025 %
Proteína	94,0 %	92,4 %
Materia seca	96,4 %	
Razón Ca:BLG p:p	0,0021	-

20 La composición de bebida de nanogel produjo una bebida con aspecto lechoso tal como se demuestra por la alta turbidez y claridad (L^*) mientras que, por el contrario, la bebida de referencia de BLG ácida fue transparente como también se indica por la cantidad de agregados solubles y proteína monomérica (véase la tabla 15).

El contenido de fósforo en la bebida de nanogel estaba por debajo del límite de detección, lo que hace que tales preparaciones de nanogel sean particularmente útiles para pacientes con enfermedad renal crónica.

25 La evaluación sensorial confirmó los hallazgos iniciales de los inventores y demostró claramente que la composición de bebida de nanogel tenía una astringencia significativamente reducida en comparación con la bebida de referencia transparente (véase la tabla 15). Se cree que este efecto está estrechamente relacionado con el bajo contenido de agregados solubles y proteína monomérica en la bebida de nanogel lechosa en comparación con la bebida de referencia de BLG transparente e ilustra que los nanogeles de proteína de suero de leche son particularmente útiles para bebidas de proteína de suero de leche ácidas tratadas con UHT.

30 Tabla 15. Características de la composición de bebida de nanogel y su procesamiento.

	Bebida de nanogel de BLG al 10 %	Bebida de referencia de BLG al 10 %
Tratamiento térmico	120 °C/20 s	120 °C/20 s
pH	3,50	3,51
Turbidez (NTU)	>11000	2,5
Viscosidad, cP	2,1	2,9
Astringencia	2	5
L^*	89,7	39,9
Fósforo	< 0,005 % (BDL)	< 0,005 % (BDL)
Nanogeles	89 %	2 %
Agregados solubles, oligómeros, proteína monomérica	11 %	98 %

Conclusiones

Se preparó una bebida de nanogel "lechosa" con una alta turbidez y blancura de la composición nutricional. La bebida contiene niveles de fósforo muy bajos, lo que es particularmente importante, pero no se limita a la fabricación de bebidas con alto contenido de proteína para la enfermedad renal crónica que no tolera niveles altos de fósforo.

Las pruebas sensoriales revelaron que la astringencia estaba esencialmente ausente en la composición de bebida de nanogel tratada con UHT y mucho menor que en la bebida de referencia de BLG tratada con UHT.

Ejemplo 9: Uso de nanogeles para la preparación de bebidas ácidas de alta energía

Se evaluó la viabilidad de usar nanogeles para la preparación de composiciones nutricionales de alta energía tratadas con UHT en condiciones ácidas.

Métodos

Se dispersaron 10,8 kg de polvo de nanogel preparado tal como se describe en el ejemplo 8 en 68,5 kg de agua del grifo a 65 °C. El emulsionante, el aceite y los componentes secos se mezclaron en el líquido usando una mezcladora Brine Rotostat durante 15 minutos.

El pH se ajustó a 3,5 usando ácido fosfórico al 10 % y la composición nutricional se homogeneizó a 150 bar. Después de la homogeneización, la composición nutricional se trató térmicamente en un intercambiador de calor tubular a 120 °C durante 30 segundos y se enfrió a 10 °C antes del embotellado en botellas estériles de 100 ml.

La viscosidad se midió según el análisis 4 y la astringencia y la acidez se determinaron tal como se describe solicitud PCT WO 2020/002435 pero sin diluir antes de las pruebas sensoriales.

Resultados

Los inventores encontraron que podía prepararse una bebida ácida de alta energía caracterizada por una viscosidad sorprendentemente baja de 11,3 cP. En cambio, se encontró que reemplazar la proteína en forma de nanogeles con una masa de proteína igual de un aislado de proteína de suero de leche ácido no fraccionado condujo a la obstrucción y bloqueo del equipo de UHT. Se preparó la composición nutricional ácida de baja viscosidad y alta energía que comprendía proteína al 10 %, grasa al 4 % e hidrato de carbono al 16 % para proporcionar una alta densidad de energía de 140 kcal/100 ml en un paquete pequeño.

La cata de la composición de nanogel reveló un nivel sorprendentemente bajo de astringencia con una puntuación de sólo 1 en una escala de 0-15 (baja-alta) en comparación con una puntuación de 5 de la evaluación de la bebida de referencia de BLG al 10 % en el ejemplo 8. Además, la composición de bebida de nanogel de pH 3,5 sorprendentemente tenía una acidez de sólo 2 en una escala de 0-15 a pesar de la alta concentración de proteína (10 %) y ninguna dilución de muestra (compárese, por ejemplo, con la figura 15 de la solicitud PCT WO 2020/002435).

Conclusiones

Se prepararon con éxito preparaciones de nanogel nutricional de alta energía, baja viscosidad, tratadas con UHT con excelentes propiedades sensoriales (astringencia y acidez percibidas bajas) combinando nanogeles con fuentes de grasa e hidratos de carbono en condiciones ácidas. Un intento de producir un producto de referencia basado en un aislado de proteína de suero de leche nativa comparable, pero no fraccionado, dio como resultado un aparato de UHT bloqueado debido a la agregación incontrolada tras el calentamiento.

Ejemplo 10: Uso de nanogeles para la preparación de bebidas de pH neutro de alta energía

Se evaluó la viabilidad de usar nanogeles para la preparación de composiciones nutricionales líquidas de alta energía tratadas con UHT en condiciones de pH neutro.

Métodos

Se preparó un polvo de nanogeles de proteína de suero de leche tal como se describe en el ejemplo 8 y se usó para preparar una disolución de nanogel de proteína de suero de leche al 18 % que se dejó hidratar durante la noche a 4 °C y posteriormente se homogeneizó a 200 bar. El homogeneizado se ajustó a pH 7,0 usando NaOH 3 M y se precalentó hasta 50 °C en un baño de agua. Se mezclaron en las muestras del homogeneizado 0,5 g/l de Citrem LR10 Grindsted, aceite de colza, sacarosa y agua restante para crear las composiciones de nanogel nutricionales mostradas en la tabla 16. Se proporcionan fracciones en peso con respecto a la composición

nutricional líquida final.

Finalmente, las composiciones nutricionales se homogeneizaron a 150 bar.

- 5 Se transfirió 1 ml de cada una de las composiciones nutricionales a un vial de HPLC que se selló con precinto de aluminio y se calentó mediante incubación de viales en un bloque de aluminio a 150 °C durante 10 minutos. Las muestras calentadas se analizaron para determinar la capacidad de fluir tras la inversión de la muestra y la viscosidad se midió según el análisis 4 después de destapar los viales.

10 Resultados

- Se prepararon composiciones nutricionales de nanogel que comprendían una fuente de hidratos de carbono (intervalo del 8-17 % p:p de sacarosa), grasa (aceite de colza; intervalo del 4-9 % p:p) y nanogeles (intervalo del 10-15 % p:p). Sorprendentemente, todas las composiciones de nanogel evaluadas permanecieron líquidas y libremente fluidas incluso después de un calentamiento térmico extensivo a 150 °C durante una duración prolongada de 10 minutos independientemente de los contenidos evaluados de proteína, grasa e hidratos de carbono.

- La viscosidad permaneció notablemente baja incluso a las dosificaciones de proteína más altas del 15 % evaluadas y los nanogeles incluso permiten la preparación de composiciones nutricionales esterilizadas con un contenido de energía de al menos 200 kcal/100 ml combinando el 15 % de proteína, el 8 % de grasa y el 17 % de hidrato de carbono tal como se evidencia por el estado líquido y la baja viscosidad medida después de calentar a 150 °C durante 10 minutos.

- 25 Tabla 16. Composición y características de las composiciones nutricionales esterilizadas.

Proteína % p:p	Grasa % p:p	Hidrato de carbono % p:p	Aportación de energía proteína:grasa:hidrato de carbono en porcentaje	Energía kcal/100 ml	pH	Características	Viscosidad de la bebida, cP
10	4	17	28:25:47	144	7,06	Líquido	3,99
10	9	10	25:50:25	125	7,16	Líquido	3,48
15	4	8	47:28:25	128	7,16	Líquido	3,56
10	6	12	28:38:34	142	7,12	Líquido	5,28
15	8	17	30:36:34	200	7,03	Líquido	6,71

Conclusiones

- 30 Las composiciones nutricionales de nanogel de alta energía, de baja viscosidad y flujo libre que resisten el tratamiento térmico a una temperatura de al menos 150 °C durante hasta al menos 10 minutos pueden prepararse mediante tratamiento térmico con contenidos de energía de hasta al menos 200 kcal/100 ml. La bebida con alto contenido de proteína basada en los presentes nanogeles de proteína de suero de leche puede, por tanto, ser suficientemente estable al calor para resistir el tratamiento térmico de tipo retorta, incluso a alta concentración de proteína.

Ejemplo 11: Polvos de nanogel de proteína de suero de leche de pH neutro y ácido y uso para la preparación de bebidas con alto contenido de proteína.

- 40 Se prepararon polvos de nanogel de proteína de suero de leche de pH ácido (pH 3,5) y pH neutro (pH 7,0) y se usaron para preparar bebidas con alto contenido de proteína.

Métodos

- 45 Se produjeron polvos de nanogel esencialmente tal como se describe en el ejemplo 8 con las siguientes modificaciones:

- La preparación de nanogel se concentró hasta el 16 % de proteína dividida en tres alícuotas de las cuales dos se ajustaron a pH 3,5 y 7,0 usando HCl al 4,5 % y NaOH al 2 %, respectivamente. Las tres alimentaciones se secaron por pulverización individualmente para elaborar polvos de nanogel.

Se rehidrataron las dispersiones de nanogel al 20 % de cada uno de los polvos de nanogel (pH 3,5, 6,6 y 7,0) en agua desmineralizada y se homogeneizaron a 150 bar. Los homogeneizados se diluyeron hasta el 10-20 % en agua desmineralizada y el pH se reajustó si era necesario. Se transfirió una muestra de 1 ml a un vial de

inyección de HPLC (Mikrolab, n.º de pieza ML33003V) y se selló con precinto de aluminio. Las muestras se insertaron en el bloque de aluminio a 170 °C con orificios perforados para ajustarse exactamente a las dimensiones de los viales asegurando una transferencia de calor eficiente. Las muestras se mantuvieron a 170 °C durante 120 segundos o a 90 °C durante hasta 10 min y se enfriaron inmediatamente.

5

El primer indicio sobre las propiedades de flujo (líquido/gel) se determinó mediante la capacidad de fluir tras la inversión del vial y la viscosidad se determinó usando el análisis 4.

10

El tamaño de partícula después del calentamiento se determinó usando un dispositivo Malvern Mastersizer 3000 equipado con una unidad de dispersión líquida HydroLV. Se dejaron gotear disoluciones de nanogel calentadas en la unidad de dispersión que contenía agua con agitación a 1500 rpm hasta alcanzar un oscurecimiento del 8-10 %. El tamaño de partícula se estimó usando un RI de 1,4, un índice de absorción de 0,01 y un índice de refracción del disolvente (agua) de = 1,33 con la suposición de partículas esféricas cuando se calcula el tamaño de partícula en el software Mastersizer 3000 versión 3.62.

15

Resultados

20

Se preparó con éxito una preparación de nanogel caracterizada por un tamaño de partícula de 0,424 micrómetros seguido de ajuste de pH, concentración y secado para producir pH 3,5, 6,6 y 7,0 para producir polvos de nanogel de la siguiente composición (% p/p de polvo total):

	pH 3,5	pH 7,0	pH 6,6
Cenizas	0,870	1,340	0,880
Ca	0,195	0,199	0,199
K	0,041	0,041	0,042
Mg	0,024	0,024	0,024
Na	0,118	0,276	0,120
P	0,007	0,008	0,008
Proteína	92,1	93,0	94,5
Materia seca	96,5	96,0	96,3
Razón Ca:P p:p	0,0021	0,0021	0,0021

25

Las preparaciones de nanogel se usaron para evaluar el intervalo de proteínas accesible para bebidas de nanogel tratadas térmicamente, de baja viscosidad, pero con alto contenido de proteína:

Tabla 17. Características y parámetros de procedimiento de las bebidas tratadas térmicamente.

Concentración de proteína, %	pH	Nanogel, %	Tratamiento térmico	Viscosidad después de calentar, cP	Flujo libre con inversión	Tamaño de partícula después de calentar, D[4,3]
10	7,0	11 %	170 °C/120 s	2,13	sí	0,445
12	7,0	11 %	170 °C/120 s	2,44	sí	n.d.
14	7,0	11 %	170 °C/120 s	2,98	sí	0,453
16	7,0	11 %	170 °C/120 s	3,71	sí	n.d.
18	7,0	11 %	170 °C/120 s	5,25	sí	0,462
10	3,5	11 %	170 °C/120 s	2,36	sí	0,483
12	3,5	11 %	170 °C/120 s	2,86	sí	n.d.
20	6,6	11 %	90 °C/10 min	19,6	sí	0,434
20	7,0	11 %	90 °C/10 min	18,5	sí	0,444
20	7,0	11 %	90 °C/5:38 min:s	14,1	sí	0,437

n.d. = no determinado

Conclusiones

30

Se prepararon con éxito polvos a pH 3,5, 6,6 y 7,0 y se usaron para producir bebidas con alto contenido de proteína de pH tanto ácido como neutro.

Se prepararon bebidas nutricionales con alto contenido de proteína mediante tratamiento térmico de bebidas que contenían nanogeles en:

- hasta al menos el 18 % a pH 7,0 con calentamiento a 170 °C durante hasta al menos 120 segundos
- hasta al menos el 20 % a pH 7,0 con calentamiento a 90 °C durante hasta al menos 10 minutos.
- Hasta al menos el 20 % a pH 6,6 con calentamiento a 90 °C durante hasta al menos 10 minutos.
- Hasta al menos el 14 % a pH 3,5 con calentamiento a 170 °C durante 120 segundos.

REIVINDICACIONES

1. Método de producción de una composición de nanogel de proteína de suero de leche, comprendiendo el método:

a) proporcionar una disolución de proteína de suero de leche que tiene:

- un contenido de beta-lactoglobulina (BLG) nativa en una cantidad de al menos el 3 % p/p,
- un pH en el intervalo de 5,8-7,5,
- una razón en peso entre la cantidad total de calcio y BLG nativa que es
 - como máximo $0,0041 \cdot \text{pH} - 0,0209$, y
 - al menos $0,0037 \cdot \text{pH} - 0,0234$ pero superior a cero, y
- una concentración total de cationes metálicos monovalentes de
 - como máximo 25 mM si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es menor del 10 % p/p, o
 - como máximo 20 mM si el contenido de BLG nativa de la disolución de proteína de suero de leche es de al menos el 10 % p/p,

b) calentar la disolución de proteína de suero de leche hasta una temperatura de al menos 68 °C durante una duración suficiente para formar una suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche que tienen un diámetro promedio λ , cuando se mide mediante dispersión dinámica de luz, de 150-1000 nm,

c) opcionalmente, concentrar la suspensión de nanogeles de proteína de suero de leche para obtener una suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche,

d) opcionalmente, secar una alimentación de secador que comprende nanogeles de proteína de suero de leche derivados de la etapa b) o c).

2. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad del 3-30 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 4-28 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 6-26 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 8-24 % p/p.

3. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad del 11-30 % p/p, más preferiblemente en una cantidad del 12-28 % p/p, incluso más preferiblemente en una cantidad del 14-26 % p/p y lo más preferiblemente en una cantidad del 16-24 % p/p.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad de al menos el 50 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 60 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 70 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 80 % p/p en relación con la proteína total.

5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disolución de proteína de suero de leche comprende BLG nativa en una cantidad de al menos el 85 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de al menos el 92 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de al menos el 95 % p/p en relación con la proteína total.

6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disolución de proteína de suero de leche tiene un grado de desnaturalización de proteínas de como máximo el 20 % p/p en relación con la proteína total, más preferiblemente de como máximo el 10 % p/p en relación con la proteína total, incluso más preferiblemente de como máximo el 5 % p/p en relación con la proteína total y lo más preferiblemente de como máximo el 2 % p/p en relación con la proteína total.

7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disolución de proteína de suero de leche tiene un pH en el intervalo de 5,8-6,5, más preferiblemente de 5,9-6,3 e incluso más preferiblemente de 5,9-6,2.

8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la disolución de proteína de suero de leche tiene una concentración total de cationes metálicos monovalentes de como máximo 19 mM, más preferiblemente de como máximo 17 mM, incluso más preferiblemente de como máximo 15 mM y lo más preferiblemente de como máximo 10 mM.

9. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el calentamiento de la etapa b) se realiza durante una duración suficiente para desnaturalizar al menos el 50 % p/p de la BLG nativa, más preferiblemente al menos el 80 % p/p de la BLG nativa, incluso más preferiblemente al menos el 90 % de la BLG nativa y lo más preferiblemente al menos el 95 % p/p de la BLG nativa.

10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa c) y en el que la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende una cantidad total de proteína del 21-35 % p/p, más preferiblemente del 25-33 %, incluso más preferiblemente del 28-32 % p/p y lo más preferiblemente del 29-31 % p/p.

11. Método según la reivindicación 10, en el que la suspensión concentrada de nanogeles de proteína de suero de leche comprende agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 8 % p/p, más preferiblemente de como máximo el 6 %, incluso más preferiblemente de como máximo el 3 % p/p y lo más preferiblemente de como máximo el 1 % p/p.

12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa d) y en el que la alimentación de secador comprende una cantidad total de proteína del 21-35 % p/p, más preferiblemente del 25-33 %, incluso más preferiblemente del 28-32 % p/p y lo más preferiblemente del 29-31 % p/p.

13. Composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma de polvo o líquido que comprende:

- nanogeles de proteína de suero de leche en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total,

- agregados de proteína de suero de leche solubles en una cantidad de como máximo el 10 % y más preferiblemente del 5 % p/p en relación con la proteína total,

- BLG total en una cantidad de al menos el 90 % p/p en relación con la proteína total, y

- una cantidad total de proteína de al menos el 30 % en relación con los sólidos totales, y

en la que las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-1000 nm.

14. Nanogel de proteína de suero de leche que puede obtenerse mediante el método según una o más de las reivindicaciones 1-12, en el que dicho nanogel de proteína de suero de leche proporciona una viscosidad de como máximo 0,200 Pa*s (200 cP) a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ cuando tales nanogeles de proteína de suero de leche están presentes en una cantidad del 20,0 % p/p en agua desmineralizada, más preferiblemente de como máximo 0,100 Pa*s (100 cP) a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹, incluso más preferiblemente de como máximo 0,050 Pa*s (50 cP) a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹ y lo más preferiblemente de como máximo 0,040 Pa*s (40 cP) a 20 °C y a una velocidad de cizallamiento de 300 s⁻¹.

15. Uso de nanogeles de proteína de suero de leche que tienen, en forma hidratada, un diámetro promedio z de 150-1000 nm y/o una composición de nanogel de proteína de suero de leche en la que las partículas de la composición de nanogel de proteína de suero de leche en forma hidratada tienen un diámetro promedio z medido mediante dispersión dinámica de luz de 150-1000 nm

como fuente de proteína para reducir la astringencia y/o la acidez de una bebida de proteína tratada térmicamente que tiene un pH de 3,0-5,0, lo más preferiblemente de 3,5-4,6,

- preferiblemente en el que los nanogeles de proteína de suero de leche aportan al menos el 50 % p/p de la proteína total de la bebida tratada térmicamente, más preferiblemente al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente al menos el 90 % p/p de la proteína total de la bebida tratada térmicamente; y

- preferiblemente en el que la bebida tratada térmicamente contiene proteína total en una cantidad del 2-35 % p/p, más preferiblemente del 4-30 % p/p, incluso más preferiblemente del 6-25 % p/p y más preferiblemente del 8-20 % p/p.

16. Uso según la reivindicación 15, en el que los nanogeles de proteína de suero de leche contienen una cantidad total de BLG de al menos el 60 % p/p, más preferiblemente de al menos el 70 % p/p, incluso más preferiblemente de al menos el 80 % p/p y lo más preferiblemente de al menos el 90 % p/p.

- 5 17. Uso según la reivindicación 15 ó 16, en el que los nanogeles de proteína de suero de leche y/o una composición de nanogel de proteína de suero de leche:

- pueden obtenerse mediante un método según una o más de las reivindicaciones 1-12, o

- 10 - es una composición de nanogel de proteína de suero de leche según la reivindicación 13, o

- es un nanogel de proteína de suero de leche según la reivindicación 14.

Fig. 1

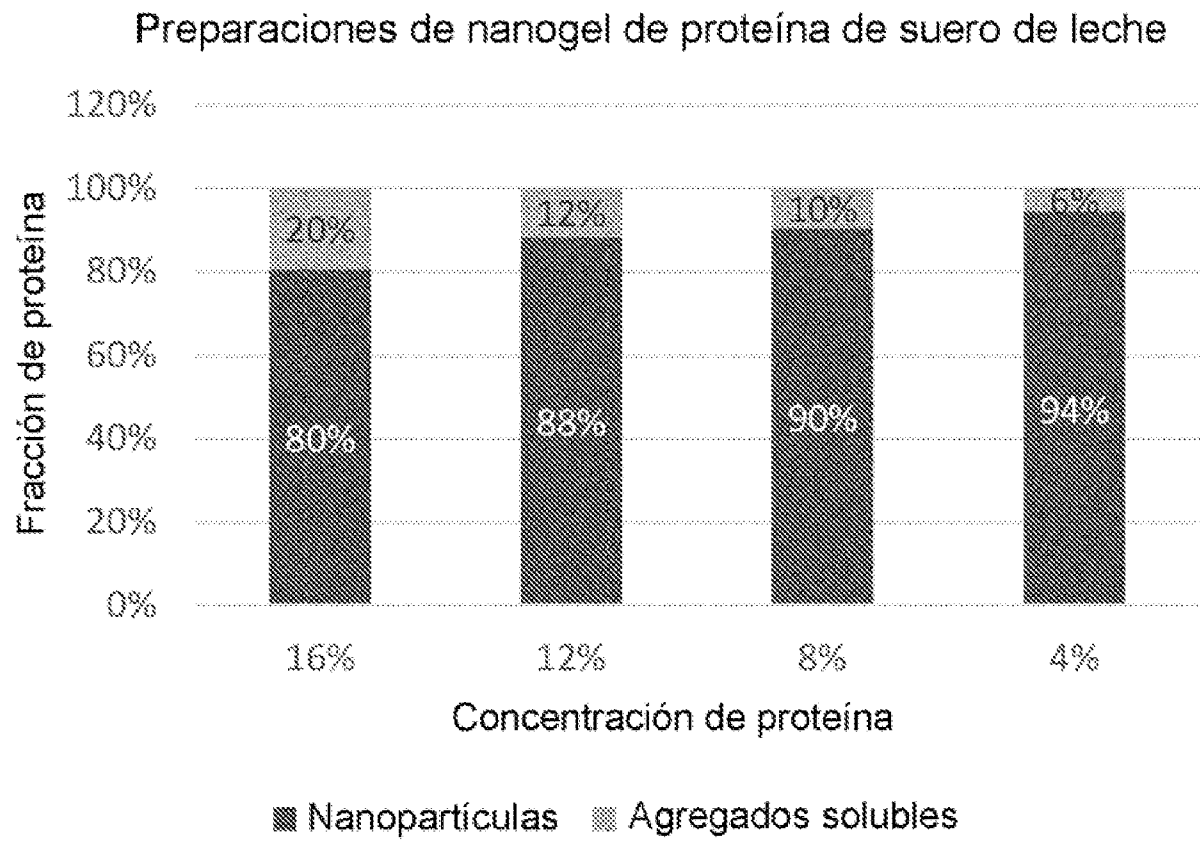


Fig. 2

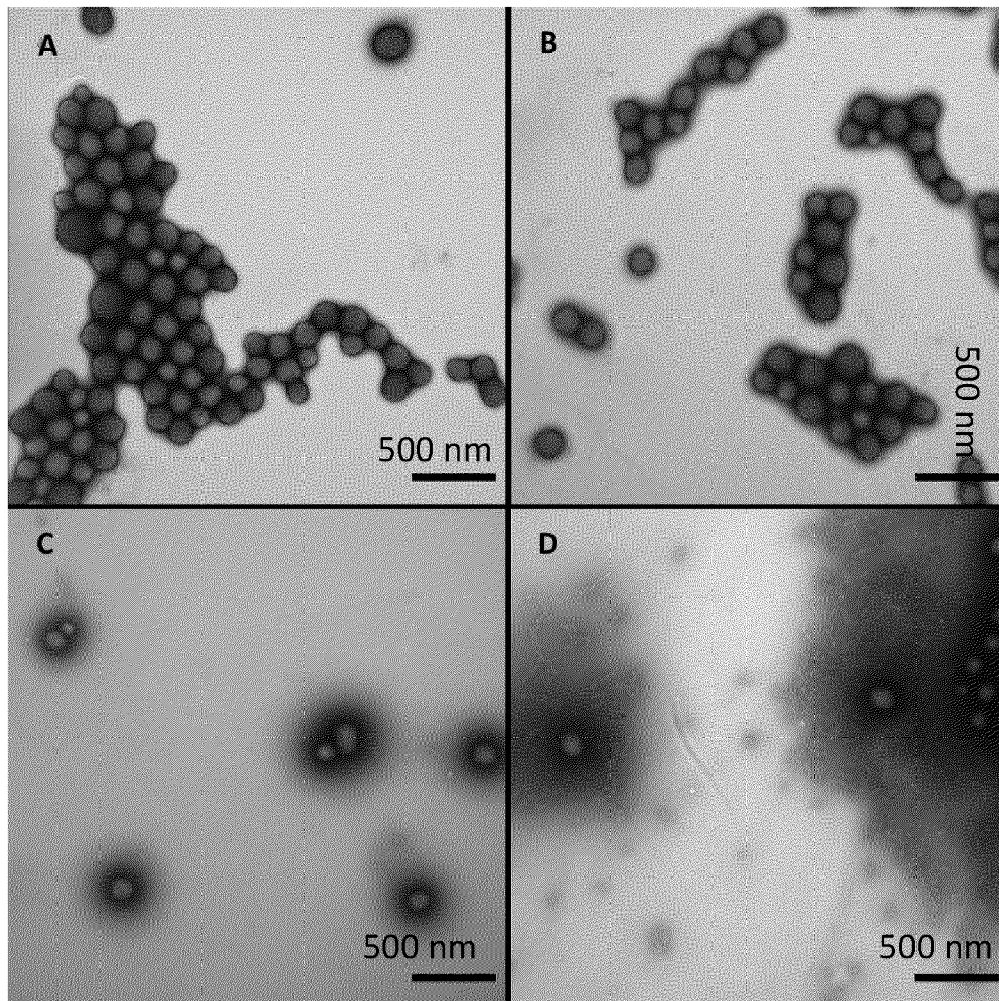


Fig. 3

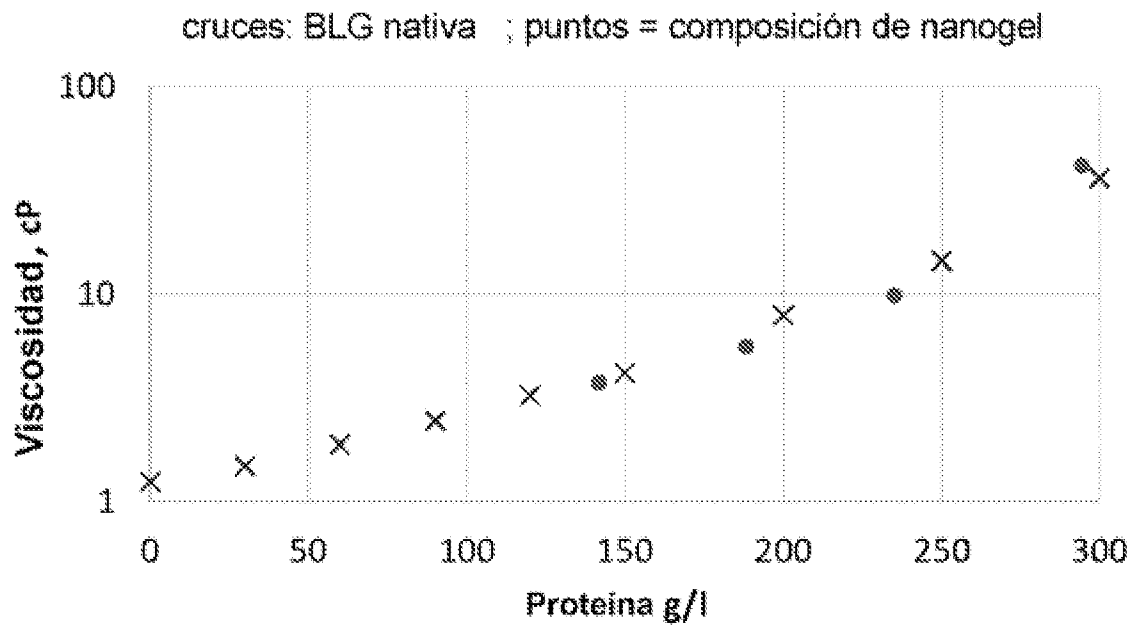


Fig. 4

