

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 804 249**

51 Int. Cl.:

A23C 21/04 (2006.01)

A23C 1/14 (2006.01)

A23J 3/08 (2006.01)

A23C 1/05 (2006.01)

A23J 1/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2010 PCT/NZ2010/000072**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.10.2010 WO10120199**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2010 E 10764718 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.05.2020 EP 2429305**

54 Título: **Producto lácteo y proceso**

30 Prioridad:

15.04.2009 US 169437 P

15.02.2010 NZ 58332010

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

05.02.2021

73 Titular/es:

**FONTERRA CO-OPERATIVE GROUP LIMITED
(100.0%)**

**109 Fanshawe Street, Auckland Central
Auckland 1010, NZ**

72 Inventor/es:

**HAVEA, PALATASA;
GRANT, JOHN EDWARD;
HII, MICHAEL JIU WAI y
WILES, PETER GILBERT**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

Observaciones:

**Véase nota informativa (Remarks, Remarques o
Bemerkungen) en el folleto original publicado por
la Oficina Europea de Patentes**

ES 2 804 249 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

Producto lácteo y proceso

5 Campo técnico

Esta invención se refiere a un proceso de fabricación de un concentrado de proteínas de suero (WPC) que comprende proteínas de suero desnaturalizados.

10 Antecedentes de la técnica

15 Los agregados de proteína de suero desnaturalizada por calor se han producido durante muchos años. La lactoalbúmina se conoce desde hace tiempo como un producto comercial preparado calentando suero hasta que la proteína se coagula y se vuelve insoluble. El material insoluble se filtra, se lava y se seca. La lactoalbúmina ha encontrado muchos usos que van desde alimentos de reserva hasta la mejora del contenido de proteínas de los productos de pan y panadería. La corriente de suero agotado en proteínas resultante de la recuperación de la lactoalbúmina también se puede usar como alimento de reserva, pero de cualquier otra manera es costosa de eliminar.

20 Se han hecho muchos intentos para hacer que la producción de proteína de suero desnaturalizada sea más económica y más útil comercialmente. Gran parte del esfuerzo se ha dirigido a aumentar el contenido de proteína de suero mediante la eliminación selectiva del contenido de lactosa. El logro de altos contenidos de proteínas es posible gracias a la aplicación de tecnologías establecidas tal como la ultrafiltración, la diafiltración e intercambio iónico. Como proteínas con buen valor nutricional, estos productos son útiles como ingredientes alimenticios.

25 Para muchas aplicaciones nutricionales, es útil el efecto de la proteína de suero en la textura o reología del producto final. Estas aplicaciones con frecuencia dependen de la capacidad de los WPC para formar geles inducidos por el calor. En otras aplicaciones, estas propiedades gelificantes no son convenientes.

30 Los productos de proteína de suero desnaturalizadas por calor (o modificados) se han convertido en una categoría más reciente de productos en el mercado. Se han inventado varios métodos para la fabricación de esta categoría en los últimos años.

35 La proteína de suero formará un gel cuando se calienta bajo condiciones apropiadas ($> 75\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\approx \text{pH } 6\text{-}8$, $> 6\text{ g TS}/100\text{ g}$) (Havea, P., Singh, H., Creamer, L.K. & Campanella, OH, Electrophoretic characterization of the protein products formed during heat treatment of whey protein concentrate solutions. Journal of Dairy Research, 65, 79-91, 1998).

40 En el documento US 4,734,287 (Singer y otros) hay una revisión de la técnica de la proteína de suero desnaturalizada por calor que está particularmente dirigida a la producción de agregados insolubles y los problemas asociados con la misma. Se enseña un proceso para producir agregados de proteína de suero de micropartículas utilizando una combinación de acción mecánica árida y térmica. El documento completo se incluye como referencia.

45 El documento WO/2001/005247 [Hudson y otros] describe un proceso para preparar geles de proteína de suero que incluyen partículas desnaturalizadas. Inicialmente, la proteína de suero se trata para hidrolizarla usando ácido o enzimas. Después de un tratamiento térmico, *los geles turbios y particulados resultantes tienen una apariencia opaca de color blanco lechoso debido a los grandes agregados que dispersan la luz. Los geles mixtos, el subconjunto final, poseen propiedades físicas y funcionales tanto de filamentos finos como particulados, y se producen con concentraciones de sal intermedias (E. Foegeding y otros, (1998)). Se cree que la condensación de hebras lineales en agregados más grandes es el mecanismo causal para la formación de gel mixto.* El material gelificado puede secarse para producir partículas en el intervalo de $1\text{ }\mu\text{m}$ a $100\text{ }\mu\text{m}$. Hudson y otros enseñan poco sobre su proceso de calentamiento (se contempla la fabricación artesanal) más allá de *calentar las dispersiones en recipientes liofilizadores de aluminio (13,5 cm x 13,5 cm) a $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 45 minutos o 3 horas ...*

50 Huss y Spiegel en el documento US 6,767,575 describen un proceso para producir proteína de suero microparticulada utilizando corrientes de proteína relativamente diluidas ($<3\text{ }\%$ p/v de proteína), después del calentamiento y *en contraste con los procesos conocidos por los expertos en la técnica, no se llevan a cabo más operaciones de cizallamiento, en la medida en que el proceso de la invención se lleva a cabo en condiciones esencialmente sin cizallamiento. Las velocidades de cizallamiento que ocurren debido a las inevitables operaciones de bombeo y agitación mencionadas generalmente no son mayores de 2000 s^{-1} a 1000 s^{-1} , preferiblemente no mayores de 500 s^{-1} . El mantenimiento en caliente de la materia prima también puede tener lugar en ausencia total de agitación.*

60 El documento WO/2007/039296 A1 [Thorsen y Koeningsfeldt] describe un dispositivo mecánico patentado para afectar la desnaturalización de las soluciones proteicas mientras se aplica calor.

65 En el documento EP 0520581, Oudemans enseña un proceso para preparar un producto lácteo sintético utilizando proteínas de suero desnaturalizados, en donde se añaden iones de calcio a un concentrado de proteínas de suero que tiene un contenido de proteína del 25-50 %, en relación con los sólidos, y un valor de pH de 5,9 -6,7, el concentrado

se somete posteriormente a un tratamiento térmico y homogeneización, después de lo cual el producto se evapora y seca opcionalmente.

5 El documento US 5,494,696 [Holst y otros] describe un proceso de desnaturalización de proteína de suero donde el retenido de suero diluido (10-20 % de sólidos y 65-95 % de los sólidos es proteína) se recicla a través de un homogeneizador mientras se calienta directamente mediante inyección de vapor. Se observa que: *La velocidad de flujo del producto a través de la tubería debe mantenerse lo suficientemente alta para evitar depósitos en las paredes de la tubería y asegurar una viscosidad suficientemente baja del líquido pseudoplástico. En general, esto se garantiza cuando el caudal es de al menos 2 m/s.* Directamente después del tratamiento térmico, la corriente líquida se seca.
 10 Se dice que el polvo resultante tiene tamaños de partículas de alrededor de 30 a 60 μm . Holst y otros declaran: *Es sorprendente que el nuevo producto de proteína de suero de leche parcialmente desnaturalizado con un nivel de desnaturalización preferiblemente de aproximadamente 80 % y un diámetro medio de partículas en el intervalo de preferiblemente 40 a 50 μm tenga tan buenas propiedades organolépticas y no tenga ningún regusto arenoso o grumoso, mientras que las proteínas de suero desnaturalizadas con tamaños de partícula similares, como se sabe, debido a sus malas propiedades organolépticas, particularmente su sensación arenosa en la boca, no son adecuadas para su uso como aditivo a la mayonesa que se produce en frío.*

20 El documento US 2006/0204643 [Merrill y otros] describe un proceso de desnaturalización por calor para concentrados de proteína de suero donde: *la suspensión inicial que contiene proteína de suero nativa se calienta para desnaturalizar al menos parte de la proteína. Como se indicó anteriormente, la suspensión se puede calentar a una temperatura de aproximadamente 140 °F a aproximadamente 300 °F, durante un período de aproximadamente 10 a aproximadamente 60 segundos. La suspensión se puede mezclar durante al menos una parte del período de calentamiento para reducir y/o evitar que la proteína de suero desnaturalizada se coagule alrededor de los elementos de calentamiento en la cocina. Un dispositivo ilustrativo para realizar esta operación es una mezcladora de husillo sencillo o doble o una extrusora de doble husillo, equipado para inyección de vapor o que tiene una camisa calentada, o una combinación de ambos. Cuando se usa una mezcladora o extrusora de doble husillo para realizar el calentamiento y la mezcla, los husillos (es decir, los sinfines) generalmente están dispuestos de manera que se superpongan, para asegurar una mezcla completa. Durante o después del calentamiento, la suspensión se somete a condiciones de alto cizallamiento, lo que reduce los coagulantes que pueden haberse formado a medida que la proteína de suero se desnaturaliza. Las condiciones de alto cizallamiento tal como se usan en la presente descripción generalmente se refieren a condiciones en las que se aplica de 10 000 a 500 000 s^{-1} de cizallamiento. En algunos métodos, la suspensión típicamente se cizalla por una mezcladora de alto cizallamiento o un molino coloidal, a una temperatura de aproximadamente 90 a 300 °F durante aproximadamente 0,01 a 0,5 segundos.*

35 En otra invención, el documento WO 2008/063115 A1 [Tetra Laval Holdings & Finance SA] describió un proceso donde una solución de proteína se calienta usando un calentador tubular a presión (40 a 80 bar) seguido de cizallamiento mecánico en un homogeneizador para descomponer los agregados de proteína para formar partículas finas (3 a 10 μm de diámetro).

40 En otras dos publicaciones (EP0412590 y EP0347237) se describen procesos [ambos asignados a Unilever] para preparar dispersiones de proteína de suero en micropartículas. En ambas publicaciones, se usa poco o nada de cizallamiento, pero la concentración de proteína se limita a soluciones relativamente diluidas (menos del 15 % pero preferiblemente alrededor del 7 % de proteína).

45 El documento WO2006057968 (Wolfschoon-Pombo [Wolfschoon-Pompo] y otros) describe un proceso de queso crema donde una corriente de concentrado de proteínas de suero de 11 a 12 % de proteína se trata con calor en un calentador tubular usando condiciones turbulentas para producir una corriente de partículas de las cuales 90 % (d90) tienen menos de 95 μm y la mitad de las partículas (d50) tienen menos de 12 μm . Luego se puede aplicar un cizallamiento adicional (homogeneización) para lograr partículas considerablemente más finas con d90 <9 μm .

50 En el documento DD236449, Borgwardt y otros describen que las soluciones de concentrado de proteínas de suero con un contenido de proteína de 8-11 %, un contenido de sólidos de 16-22 % y un pH de 4,2-5,2, se pueden tratar calentando a 85-95 °C durante 5 a 20 minutos en condiciones de flujo turbulento para producir suspensiones de proteínas de suero coloidal no aglomerante térmicamente estables. La suspensión se estabiliza mediante enfriamiento instantáneo. La suspensión de partículas de proteína puede secarse. Borgwardt también enseña que, aunque el número de Reynolds debe exceder 2000, el esfuerzo de cizalla en la pared también debe exceder 12 kg/ms^2 . La técnica enseña que las suspensiones de proteínas tratadas térmicamente son de adelgazamiento por cizallamiento (líquido pseudoplástico). Para un experto en hidrodinámica, no está claro cómo interpretar (por lo tanto, implementar) la condición de esfuerzo de cizalla de Borgwardt y otros sin información más detallada de las características de flujo de su fluido.
 55
 60

Es un objeto de la presente invención proporcionar un proceso simple para preparar proteína de suero desnaturalizada a alta concentración de proteína; y/o proporcionar un método para la fabricación de productos de proteína de suero desnaturalizada a altas concentraciones sin la necesidad de homogeneizadores o intercambiadores de calor de superficie rascada; y/o para ofrecer al público una opción útil.
 65

Descripción de la invención

La invención proporciona un método para preparar un concentrado de proteínas de suero tratado con calor (WPC) o un aislado de proteína de suero (WPI) como se define en las reivindicaciones.

5 Específicamente, la invención proporciona un método para preparar un concentrado de proteínas de suero tratado con calor (WPC) o un aislado de proteína de suero (WPI), que comprende:
 proporcionar una solución acuosa de WPC o WPI que tiene una concentración de proteína de 15-50 % (p/v), a un pH de 4,7-8,5;
 10 tratar térmicamente la solución a una temperatura de 50 °C a 150 °C, durante un tiempo que permita que se produzca la desnaturalización de proteínas; el tratamiento térmico comprende calentar la solución en un tubo de calentamiento mientras se encuentra en condiciones de flujo turbulento, en donde el flujo turbulento se define como que tiene un caudal másico suficiente en el tubo de calentamiento para proporcionar un número de Reynolds superior a 500; al final del tratamiento térmico, o bien
 15 transferir el material tratado térmicamente directamente a un secador; y
 secar el WPC o WPI tratado térmicamente para producir un WPC o WPI modificado seco, en donde el WPC o WPI tratado térmicamente no se somete a un proceso de cizallamiento mecánico para romper las partículas dentro de la solución antes del secado, salvo que el líquido se convierta en gotas para facilitar el secado; o
 20 transferir directamente el material tratado térmicamente a una mezcladora para mezclarlo con otros ingredientes; y en donde el WPC o WPI tratados térmicamente no se somete a la reducción del tamaño de partícula antes de la etapa (c).

Preferiblemente, el material tratado térmicamente es un concentrado de proteínas de suero líquido (WPC) o aislado de proteína de suero (WPI) y los ingredientes incluyen al menos uno del grupo que consiste en leche, leche descremada, grasa, carbohidratos, retentado de la leche o retentado de la leche descremada.

Preferiblemente, el pH del concentrado de WPC antes del calentamiento se ajusta entre 5,0 y 8,5, con mayor preferencia entre 5,5 y 8,5 y con la máxima preferencia 6,0 y 8,0, con la máxima preferencia 6,5-7,5.

30 Preferiblemente, la concentración de proteína del concentrado de WPC antes del calentamiento es 16-40 %, con mayor preferencia 17-30 %,

El concentrado de WPC antes del calentamiento puede ajustarse para su concentración de calcio. El ajuste de calcio puede incluir el agotamiento mediante cualquier proceso conveniente, es decir, intercambio iónico, o puede aumentarse mediante la adición de una sal de calcio, por ejemplo, cloruro de calcio.

El medio de calentamiento es preferiblemente vapor o agua calentada.

40 En las modalidades preferidas de la invención, el tratamiento térmico se produce cuando la solución de WPC o WPI pasa a lo largo de una ruta de flujo calentada, preferiblemente un tubo con un diámetro interior mayor que 5 mm y menor que 150 mm. Preferiblemente, la solución pasa a través de un reactor tubular largo y sale a una temperatura entre 60 °C y 110 °C.

45 En las modalidades preferidas se usa un reactor térmico tubular largo. Típicamente, el reactor térmico tiene una longitud basada en su tiempo de retención nominal de entre 1 segundo y 1000 segundos.

La temperatura de la solución al final del reactor puede estar entre 45 °C y 150 °C, preferiblemente entre 50 °C y 130 °C y con mayor preferencia entre 60 °C y 110 °C.

50 El reactor térmico puede alimentarse usando una bomba con una presión nominal de entre 3 bar y 1000 bar, preferiblemente entre 5 bar y 500 bar y con mayor preferencia entre 10 bar y 350 bar. Una bomba suplementaria puede ser útil para alimentar la bomba de alta presión.

55 En algunas modalidades, el producto que sale de la ruta de flujo se usa como ingrediente en la preparación de un producto alimenticio.

En otras modalidades, la ruta de flujo se suministra a un secador para convertir la solución que contiene complejos de proteína de suero desnaturalizada en un producto seco.

60 Preferiblemente, la zona de tratamiento térmico se acopla directamente a la entrada del secador.

65 Un "WPC" es una fracción de suero de la que se ha eliminado la lactosa al menos parcialmente para aumentar el contenido de proteínas al menos al 20 % (p/p). Preferiblemente, el WPC tiene al menos 40 %, con mayor preferencia al menos 55 % (p/p), incluso con mayor preferencia al menos 65 % y con la máxima preferencia al menos 75 % de la TS como proteína de suero. Preferiblemente, las proporciones de las proteínas de suero están sustancialmente inalteradas con respecto a las del suero del que se deriva el WPC. Preferiblemente, el WPC es un retentado de

proteína de suero evaporado. Para los fines de esta descripción, el término "WPC" incluye los WPI cuando el contexto lo permita.

Un "WPI" es un WPC que tiene al menos el 90 % del TS como proteína de suero.

En esta descripción, el término "retentado" significa la fracción retenida después de la ultrafiltración de suero o una fuente o suero, leche o leche descremada. Dichas fracciones tienen un mayor porcentaje de proteína y un menor porcentaje de lactosa como sólidos totales que el material de partida.

El término "directamente" en el contexto del material que se transfiere directamente significa que el material se transfiere desde el calentador a la siguiente etapa designada sin ningún proceso intermedio.

El término "rápidamente" significa en menos de 2 minutos, preferiblemente menos de 1 minuto, con mayor preferencia menos de 30 segundos, con la máxima preferencia menos de 10 segundos.

El término "que comprende" como se usa en esta descripción significa "que consiste al menos en parte de". Al interpretar cada enunciado en esta descripción que incluye el término "que comprende", también pueden estar presentes otras características distintas a las anteriores. Los términos relacionados tales como "comprenden" y "comprende" deben interpretarse de la misma manera.

Se pueden usar varios métodos para estimar el nivel de desnaturalización (%) o determinar la proteína desnaturalizada (%) dependiendo del contexto de la experimentación. Para la producción de partículas coloidales de proteína de suero insoluble, el método más simple es medir la proporción de la proteína de partida que se ha vuelto insoluble (se deposita como un precipitado) a pH 4,6. Puede obtenerse información más detallada sobre la desnaturalización por métodos de HPLC: consulte Huss y Spiegel en el documento US 6,767,575, que se incorpora de esta manera como referencia en su totalidad.

El material de partida de WPC en (a) se puede preparar mediante ultrafiltración de un suero crudo a un pH de aproximadamente 4,0-6,4, preferiblemente pH 4,0-6,2, con mayor preferencia pH 4,0-6,2 y con la máxima preferencia pH 4,6-6,0. Mediante la ultrafiltración, se eliminan el agua, la lactosa y los minerales, lo que da como resultado una corriente de retentado. La diafiltración se puede aplicar durante la ultrafiltración para reducir aún más el nivel de componentes dializables. La ultrafiltración se lleva a cabo típicamente a 10-50 °C. El intercambio iónico puede usarse para manipular el contenido iónico de la corriente proteica. El nivel de iones calcio puede manipularse en algunas modalidades mediante intercambio iónico y reemplazado con cationes monovalentes. En otras modalidades, el nivel de calcio puede aumentarse mediante la adición de una sal de calcio aprobada para alimentos solubles, por ejemplo, cloruro de calcio. La concentración de proteína del WPC se incrementa preferiblemente adicionalmente por la evaporación. Alternativamente, el material de partida puede ser una proteína de suero reconstituida preparada a partir de un WPC o WPI seco.

El suero para la preparación del WPC es preferiblemente suero ácido o suero de queso. El suero ácido tiene un pH de aproximadamente 4,6, mientras que el suero de queso tiene un pH de aproximadamente 5,6-6,4. El pH del concentrado en el calentamiento puede variar dependiendo de las propiedades funcionales deseadas del concentrado o polvo de proteína de suero modificado final. Los expertos en la técnica sabrían que el tratamiento térmico de la proteína de suero a diferentes pH daría como resultado la modificación de las interacciones proteína-proteína en el sistema calentado, dando lugar a productos finales con propiedades funcionales variadas. (Hudson y otros, en el documento WO/2001/005247, describen parte de la técnica de manipular las propiedades de las corrientes de proteína de suero en relación con sus características de desnaturalización/gelificación).

La concentración de proteína de suero o WPC para los fines de esta descripción se determina utilizando el método de análisis de nitrógeno Kjeldahl y la aplicación de un factor Kjeldahl de 6,38.

Se prefiere el uso de un calentador tubular de alta presión como conducto de flujo, principalmente debido a su simplicidad. El tiempo de calentamiento varía de acuerdo con la temperatura utilizada. A temperaturas más altas, por ejemplo 100 °C, solo se requieren unos pocos segundos. A 70 °C, puede ser necesario calentar durante un período más largo. También es importante tener en cuenta que el grado de calentamiento es una forma de modificar las propiedades funcionales del polvo final. En diferentes aplicaciones alimenticias, puede requerirse una amplia gama de WPC modificados con niveles variados de desnaturalización de proteínas, y esta invención proporciona un medio simple para hacerlos, simplemente modificando la concentración de proteína, pH, ambiente iónico, tiempo de calentamiento y/o temperatura de calentamiento.

"Calentador de alta presión" se refiere a un calentador de carcasa y tubo en el que el producto se alimenta a través de un tubo que está encerrado en una cámara de calentamiento (casco). A medida que el producto se alimenta a través del tubo, el medio de calentamiento, que preferiblemente es vapor o agua, se alimenta a la cámara de calentamiento. Preferiblemente, el WPC se alimenta al tubo de calentamiento usando una bomba de alta presión.

En algunas modalidades, el WPC o WPI modificado seco tiene 50-95 % de los sólidos totales como proteína de suero,

con mayor preferencia 52-90 %, el tratamiento térmico se lleva a cabo a más de 70 °C y la etapa (b) usa una bomba de alta presión para alimentar el concentrado de proteínas a una presión de entre 3 y 1000 bar, preferiblemente de 5 a 500 bar, con la máxima preferencia de 10 a 350 bar en un calentador de alta presión, el flujo del producto es tal que se efectúa un flujo turbulento y

5 al final del tratamiento térmico, transferir rápidamente el material tratado térmicamente directamente a un secador, preferiblemente un secador por pulverización; y
secar el WPC o WPI tratado térmicamente,
en donde la corriente de WPC tratada del sistema de tratamiento térmico (c) no se somete a un procedimiento de reducción del tamaño de partículas antes del secado, y en donde preferiblemente la zona de tratamiento térmico se
10 acopla directamente a la entrada del secador.

Dependiendo de la severidad del calentamiento requerido, el medio de calentamiento (por ejemplo, vapor) puede presurizarse para alcanzar temperaturas de calentamiento más altas. Los expertos en la técnica apreciarán que existen otras formas de sistemas de calentamiento que se pueden utilizar para lograr los mismos resultados finales.
15 Otros métodos de calentamiento pueden incluir el óhmico y por microondas, etc. La inyección directa de vapor es un método de calentamiento preferido.

Se prefiere el secado por pulverización. Preferiblemente, la zona de tratamiento térmico se acopla directamente a un secador por pulverización equipado con una boquilla o un grupo de boquillas o un atomizador giratorio o un atomizador ultrasónico con el fin de producir una corriente de gotas.
20

El tratamiento térmico suele ser de duración suficiente para desnaturalizar una proporción de las proteínas de suero en agregados insolubles. Preferiblemente, el tratamiento térmico es al menos 60 °C y con mayor preferencia al menos 70 °C. 70 °C-150 °C es un intervalo preferido. Con la máxima preferencia, la solución se calienta a 75-90 °C. Sin embargo, se pueden usar temperaturas más bajas (por ejemplo, 50-70 °C y preferiblemente 60-70 °C). Los tiempos de calentamiento varían no solo de acuerdo con la temperatura sino también al contenido de proteínas y el contenido de iones y lactosa. Típicamente, el tiempo de calentamiento es de 30 s a 15 min para temperaturas en el intervalo de 70-80 °C, de 10 s a 10 min para temperaturas en el intervalo de 80-90 °C y de 1 s a 5 min para temperaturas en el intervalo 90-100 °C. A temperaturas más altas, por ejemplo, con inyección de vapor, los tiempos pueden reducirse a, por ejemplo, 1-10 s. Preferiblemente al menos 30 % (p/p), con mayor preferencia al menos 50 %, incluso con mayor preferencia al menos 70 %, con la máxima preferencia al menos 80 % de las proteínas desnaturizables se desnaturalizan. El porcentaje de desnaturalización en el contexto de esta descripción significa el porcentaje determinado por HPLC y el cálculo de la reducción del área máxima para las proteínas de suero no desnaturizadas en relación con la de los controles sin calentar. Este método se describe en la patente de los Estados Unidos 6,767,575.
25
30
35

Una característica de la presente invención es que el concentrado de proteínas de suero, con sólidos totales altos (por ejemplo, > 20 %), se calienta bajo flujo turbulento. Debido al flujo turbulento, el coeficiente de transferencia de calor es muy alto, lo que resulta en un calentamiento rápido. Efectivamente, el proceso de esta invención ofrece una forma muy eficiente de fabricación de productos de proteína de suero microparticulados.
40

El flujo turbulento se define como que tiene un caudal de masa suficiente en los tubos de calentamiento para proporcionar un número de Reynolds, superior a 500, con mayor preferencia superior a 1000, incluso con mayor preferencia superior a 1500, y con la máxima preferencia superior a 2000. Tales números de Reynolds son una característica del flujo turbulento y son conocidos en la técnica de la hidrodinámica. La determinación del número de Reynolds depende de la velocidad de la masa del fluido y su viscosidad, que se define como la viscosidad nominal determinada utilizando la ecuación de Hagen-Poiseuille a partir de una medición de la caída de presión a lo largo de una longitud conocida de tubería horizontal de la sección transversal circular uniforme conocida a un caudal conocido del fluido tratado térmicamente a una temperatura uniforme antes de que se seque. Se prefiere un número de Reynolds en el intervalo de 2000-50 000 para uso en la invención, preferiblemente 5000-30 000.
45
50

El término "no sometido a un proceso de cizallamiento mecánico" significa que el material no está sujeto a un proceso en el que un dispositivo mecánico tal como un homogeneizador, un molino coloidal, una bomba de alta presión, un intercambiador de calor de superficie rascada, una mezcladora de alta cizalla o similares se usa para mezclar la solución o romper partículas dentro del mismo.
55

Los productos de la invención tienen una amplia gama de utilidades. Se pueden usar en aplicaciones donde se requiere un alto contenido de proteína, pero sin incurrir en cambios inconvenientes en la textura del producto al que se agregan. Los WPC de la invención son adecuados para su uso en queso procesado, yogur y patatas fritas de suero (WO/2006/019320). Los WPC de la invención son útiles en aplicaciones en las que puede requerirse la adición de altos niveles de proteína de suero sin alteración inconveniente de las cualidades del producto final. El presente WPC permite la incorporación de proteína de suero en los bocadillos y alimentos de conveniencia sin producir texturas o sabores inconvenientes. Por ejemplo, el WPC puede usarse para agregar proteínas a los ingredientes de un aperitivo en barra que también comprende una fuente de carbohidratos y grasas. Estas aperitivos en barra se pueden preparar derritiendo grasa, si se requiere derretirla, y mezclar la grasa o aceite con carbohidratos y WPC y luego dejar endurecer la mezcla.
60
65

La ventaja del proceso de esta invención es que tiene solo una etapa de calentamiento simple además del procesamiento estándar de métodos para corrientes de proteínas lácteas. Los expertos en la técnica entenderán que la capacidad de tratar térmicamente la proteína de suero a un alto TS es altamente conveniente por razones económicas.

5 Un uso de la invención es para preparar yogures altos en proteínas. Con este fin, en algunas modalidades, la invención comprende incluir el WPC o WPI modificado seco como ingrediente en el yogur. El proceso comprende preferiblemente preparar una leche de yogur de alto contenido proteico que tiene al menos 7 % (p/v), preferiblemente 8-20 % (p/v), con mayor preferencia 10-16 % (p/v) de proteína mezclando un WPC seco o WPI de la invención con una leche que
10 comprende caseína y acidificar la leche de yogur con alto contenido de proteínas a un pH de 3,8 a 5,5, preferiblemente de 4,0 a 5,0, con la máxima preferencia de 4,2 a 4,7. También se incluyen procesos para preparar bebidas de yogur con alto contenido de proteínas en las que la leche de yogur tiene un contenido de proteína de 1,5-15 % (p/v), pero con 30-90 %, preferiblemente 40-80 % de la proteína que es proteína de suero de la invención.

15 La leche de yogur puede incluir leche deshidratada o líquida, retentado de la leche, concentrado de proteínas de leche (MPC), crema o grasa de leche que se combinan (con agua si es necesario) para formar una leche reconstituida o una composición de leche estandarizada. La leche descremada es un ingrediente preferido. Las corrientes de leche pueden pasteurizarse según lo exijan las reglamentaciones locales.

20 La leche de yogur con alto contenido de proteínas generalmente se trata con calor antes de la acidificación, preferiblemente a 70-100 °C, con mayor preferencia 80-90 °C, con la máxima preferencia 85-95 °C, preferiblemente durante 5-20 minutos.

25 La acidificación se lleva a cabo con mayor preferencia por fermentación usando cultivos mixtos de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. También se prefieren los cultivos de *Streptococcus thermophilus* y cualquier especie de *Lactobacillus*, al igual que los cultivos de *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Cuando la acidificación es por acidificación química, se prefiere la adición de glucono-delta-lactona. En algunas modalidades, la invención comprende mezclar el WPC o WPI modificado seco con una leche que comprende caseína, y acidificar a un pH de 3,8-5,5, para preparar una bebida de yogur que comprende 1,5-15 % (p/v)
30 de proteína.

"Yogur (yogurt)" se refiere a un alimento o bebida ácida o fermentada preparada a partir de una fuente láctea, y microorganismos viables o acidulantes químicos o ambos. Para los fines de esta invención, el yogur también se refiere a productos similares al yogur que pueden incluir lípidos no derivados de productos lácteos, saborizantes y estabilizantes aprobados para alimentos, ácidos y texturizantes. El término yogur también incluye yogur tratado con calor y productos similares al yogur. El término "yogur" incluye yogures (ya sea preparados o agitados), bebidas de yogur y Petit Suisse.

40 Los productos de la invención son buenos sustratos para producir hidrolizados de proteína de suero con un contenido mínimo de partículas con un peso molecular superior a 20 kD. Por lo tanto, en algunas modalidades, se prepara un WPC o WPI tratado térmicamente por el método de la invención y se pone en contacto con una proteasa para producir un hidrolizado de proteína de suero.

45 Tales hidrolizados tienen aplicaciones nutricionales, que incluyen las fórmulas infantiles. En algunas modalidades, la invención comprende mezclar el WPC o WPI o el hidrolizado de proteína de suero con otros ingredientes que incluyen queso y agua, cocinar para formar un queso fundido procesado y dejar enfriar para formar un queso procesado.

50 Los WPC y WPI producidos por los métodos de esta invención también son útiles para preparar productos nutricionales, que incluyen bebidas nutricionales, y productos nutricionales especializados que incluyen productos de sustitución de comidas.

55 Los productos nutricionales especializados (a veces conocidos como alimentos médicos y alimentos enterales) pueden prepararse para pacientes y ancianos y administrarse en forma líquida. Uno de los desafíos a superar en la preparación de tales alimentos es lograr una densidad calorífica suficiente, es decir, kcal/ml o kcal/g. En la técnica, las densidades caloríficas para tales alimentos pueden variar desde menos de 0,5 kcal/ml hasta al menos 3 kcal/ml.

60 Un uso preferido de la invención comprende agregar un WPC o WPI tratado térmicamente preparado por el método de la invención o un hidrolizado preparado por el método de la invención como ingrediente en una mezcla para formar un producto nutricional que también comprende agua y carbohidratos solubles, preferiblemente también comprende aceite o grasa. Preferiblemente, la mezcla comprende además sales de sodio y potasio y una fuente de lípidos y vitaminas. Preferiblemente, la mezcla se calienta a una temperatura superior a 70 °C, preferiblemente superior a 100 °C, con mayor preferencia en al menos condiciones de esterilización comercial. Preferiblemente, la mezcla también incluye una sal de magnesio. Las condiciones de esterilización comercial son condiciones que se logran mediante la aplicación de calor o alta presión para hacer que un producto esté libre de microorganismos capaces de crecer en el
65 producto en condiciones no refrigeradas (más de 10 °C en las que el producto se mantendrá durante la distribución y el almacenamiento).

Se ha encontrado que el ingrediente de la invención es sorprendentemente ventajoso en la preparación de queso procesado y alimentos de queso procesado y alimentos similares a quesos procesados.

5 Un queso procesado puede prepararse mediante un método que comprende preparar un ingrediente de proteína de suero por el método de la invención, mezclar el ingrediente con otros ingredientes que incluyen queso y agua, cocinar para formar un queso procesado fundido y dejar enfriar.

La invención consiste en lo anterior y también contempla construcciones de las cuales lo siguiente solo da ejemplos.

10 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra un diseño esquemático del sistema calentador-reactor de proteína de suero

La Figura 2 muestra la relación entre la viscosidad aparente y las combinaciones de tiempo de mantenimiento y temperatura de tratamiento para 27 % de materia prima de proteína de suero

15 La Figura 3 muestra la relación entre la dureza de la barra (muestras de barra nutritiva modelo preparadas usando muestras de ingrediente seco del proceso inventivo y el tamaño de partícula de las muestras de ingrediente D[4,3] (μm).

La Figura 4 muestra la relación entre la dureza de la barra nutritiva modelo (medida por la fuerza de penetración) y la distribución del tamaño de partícula de la corriente de la suspensión antes del secado como se representa por D[4,3] (μm).

20 La Figura 5 muestra la textura de la barra expresada como fuerza de penetración contra temperatura de calentamiento y tiempo (s) en el tubo de retención y la arenilla percibida en sensorial informal (proporcional al tamaño de la burbuja).

La Figura 6 muestra un esquema para el proceso de elaboración de yogures.

La Figura 7 muestra un diagrama esquemático del proceso de fabricación de yogur de alto contenido proteico.

25 La Figura 8 muestra la viscosidad en $\text{cP @ } 100 \text{ s}^{-1}$ para el WPC modificado antes de calentar, WPC modificado después de calentar, WPC de control antes de calentar y WPC de control después de calentar (de izquierda a derecha).

La Figura 9 muestra fotos de una formulación alimenticia nutricional antes (I) o después (II) del calentamiento. A = formulación que contiene WPC estándar; B = formulación que contiene WPC modificado; H = calentado.

La Figura 10 muestra tamaños de partícula preparados dentro del reactor tubular.

30 La Figura 11 muestra un gráfico de porcentaje de desnaturalización contra temperatura de salida a diferentes tiempos de retención

Ejemplos

35 Los siguientes experimentos ilustran adicionalmente la práctica de la invención.

Ejemplo 1

40 El suero de queso fresco se preparó usando técnicas comerciales estándar de ultrafiltración/diafiltración para producir un retentado de aproximadamente 20 % de sólidos totales, de los cuales 83 % era proteína. Esta corriente de concentrado se ajustó luego a pH 6,9 usando NaOH diluido y luego se concentró adicionalmente a aproximadamente 33 % de sólidos usando un evaporador de película descendente para producir un concentrado con una temperatura de salida de 45 °C.

45 El concentrado caliente (27 % p/p de proteína) se alimentó a una velocidad de flujo de 6,3 m^3/h a dos intercambiadores de calor de casco y tubos calentados por vapor a alta presión en serie usando una bomba de alta presión con una presión de suministro de 250 - 300 bar. El concentrado sale del primer calentador de alta presión (longitud 60 m) a ~ 70 °C y sale del segundo calentador de alta presión a 80 °C. Los intercambiadores de calor tienen una longitud combinada de 120 m con un diámetro interno de tubería de 18,85 mm. La presión de vapor suministrada al primer calentador fue de 0,6 bar (g) y la presión del segundo calentador fue de 0,96 bar (g). La tubería de alta presión era una tubería de acero inoxidable de aleación 316 con clasificación Schedule 80.

50 Después de salir del segundo calentador, el concentrado tratado con calor pasó a través de un período de retención experimental de 0 s (sin sección de tubo), 45 s (54,8 m) o 90 s (107,3 m) de tubería de 24 mm de diámetro. Después de la sección de retención de duración variable, el concentrado tratado térmicamente se transportó al banco de boquillas en la parte superior del secador por pulverización; esta sección de tubería tenía una longitud de aproximadamente 56 m con un diámetro interno de aproximadamente 24 mm y proporcionaba un tiempo de residencia adicional de aproximadamente 23 s. Por lo tanto, la bomba de alta presión suministró la corriente de concentrado de proteínas a través de los calentadores y el tubo de retención (si está presente) al secador sin la necesidad adicional de un dispositivo inductor de cizallamiento mecánico después del sistema calentador-reactor y antes del secado por pulverización.

55 En el secador por pulverización, el concentrado tratado térmicamente se suministró a un banco de 8 boquillas y se atomizó en una pulverización de gotas a una presión superior a 200 bar. Se usó una temperatura del aire de entrada de 210 °C y una temperatura de salida de la cámara de aproximadamente 83 °C. El polvo se secó adicionalmente y luego se enfrió en un lecho fluidizado vibratorio antes de tamizar y envasar el material para producir un polvo de

aproximadamente 3,5 % de humedad con una densidad aparente de aproximadamente 0,57 g/ml.

La Figura 1 muestra un diseño esquemático del sistema calentador-reactor de proteína de suero. Se muestran los puntos en los cuales se monitorearon las presiones del sistema (DP1, DP2 y DP3).

Los tamaños de partículas de la corriente húmeda y seca (producto) y las distribuciones de tamaños de partículas (PSD) se determinaron utilizando técnicas estándar y se realizaron utilizando un analizador de tamaño de partículas por difracción láser, Mastersizer 2000, Malvern Instruments Ltd, Malvern, Reino Unido.

Se prepararon muestras de barras nutritivas (lotes de 1-2 kg) y se evaluó su dureza utilizando una receta modelo. La receta comprendía 37,3 % de WPC tratado térmicamente de esta invención (o un control que usa WPC392 sin desnaturizar, Fonterra), 34,4 % de jarabe de glucosa Penford A2150, 17,2 % de glicerina (Bronson & Jacobs Australia y suministrada por Bronson & Jacobs NZ), 2,9 % Maltodextrina, MALTRIN M180, DE 23-27, (GPC Grain Processing Co. USA y suministrado por Salkat NZ) 5,1 % de aceite de almendra de palma hidrogenado (Aceites Vegetales Premium, Malasia y suministrado por Kauri NZ, Wellington), 0,5 % de lecitina (Cargill International y suministrado por Bronson & Jacobs NZ), 2,6 % de agua (p/p). La grasa se pesó en una cacerola y se derritió en un plato caliente a una temperatura <40 °C. El jarabe de glucosa, la glicerina, el agua y la lecitina se pesaron en una olla y se calentaron a 55 °C en el plato caliente.

- La proteína en polvo y los sólidos de jarabe de maíz se pesaron y se mezclaron en seco.
- Los líquidos y la grasa derretida se añadieron luego a los polvos y se mezclaron a 50 rpm usando una mezcladora BEAR (Varimixer, 17584 BMS, Baker Perkins NZ) durante 1 minuto. Se detuvo la mezcladora y se rasparon los lados del tazón. La mezcla se mezcló durante otros 30 s hasta que se combinó bien.
- La masa que se formó se colocó luego en un marco de barra (dimensión 600 mm x 330 mm x 16 mm), se cubrió con una película de plástico y se le pasó un rodillo para darle forma; para adaptarla al marco. Luego se dejó endurecer durante la noche a temperatura ambiente.
- La masa endurecida se cortó en barras de aproximadamente 100 mm x 30 mm x 16 mm para la prueba de almacenamiento, para dar 66 barras en total. Las barras se colocaron en bolsas de aluminio, se sellaron por calor, se etiquetaron y se almacenaron durante una semana a 20 °C antes de la evaluación.

La Figura 2 muestra la relación entre la viscosidad aparente y las combinaciones de tiempo de mantenimiento y temperatura de tratamiento para 27 % de materia prima de proteína de suero. Se sabe en la técnica que la desnaturización de las proteínas de suero por calor progresa secuencialmente a través de una cadena de procesos para finalmente producir agregados insolubles que, si se les permite alcanzar unas pocas decenas de micrómetros de tamaño, tienen una textura de arenilla en la boca. La Figura 2 muestra que cuando la desnaturización por calor se realizó a concentraciones de proteína muy altas (%), el proceso podría ser sorprendentemente controlado para revelar un nuevo conjunto de productos a temperaturas en el intervalo de 65° -80 °C con un tiempo de mantenimiento de orden de 1 minuto o menos, y un conjunto adicional de nuevos productos a temperaturas superiores a 80 °C y tiempos de retención inferiores a aproximadamente 120 s. Sin estar atados a la teoría, es probable que el conjunto de productos de temperatura más alta (segundo) esté asociado con la formación de agregados insolubles o partículas coloidales de tamaño creciente a medida que las condiciones de tratamiento térmico progresan aún más. (Tenga en cuenta que se produce un tiempo de retención adicional de aproximadamente 23 s después del tiempo de retención experimental en la Figura 2, para transportar el fluido al secador).

La Figura 3 muestra la relación entre la dureza de la barra (muestras de barras nutritivas modelo, después de una semana, preparadas usando muestras de ingrediente seco del proceso de la invención) y el tamaño de partícula promedio ponderado en volumen de las muestras de ingredientes D[4,3] (µm). Como una variable separada, los puntos graficados en la figura representan la textura sensorial (puntaje de granulosidad) de las muestras de barra según el tamaño de los círculos. (El puntaje de granulosidad se determinó mediante sensorial informal utilizando una escala 1-9, donde 1-suave, 3-polvo, 6-arenoso y 8-granulado).

El análisis de textura se realizó utilizando un analizador de textura TA.HDplus de Stable Micro Systems, Godalming, Inglaterra.

Las mediciones de textura se realizaron por compresión. Las fuerzas se midieron contra una distancia establecida (mm). Se introdujo una sonda cilíndrica de acero inoxidable de 5 mm en la barra a una velocidad constante de 1 mm/s hasta una profundidad de compresión de 12 mm, y luego se retiró a una velocidad de 10 mm/s.

Donde fue posible, se realizaron tres compresiones sobre la superficie de cada muestra de barra. Se evaluaron dos barras para cada polvo de proteína láctea. Las muestras se retiraron del almacenamiento a 20 °C y las mediciones de textura se realizaron a temperatura ambiente.

Sorprendentemente y considerando la técnica de los productos preparados usando homogeneización, la Figura 3 muestra que había un conjunto de condiciones de proceso en las que era posible producir partículas de proteína de suero agregadas por calor grueso, por ejemplo, > 100 µm que no eran arenosas en la boca en una aplicación de la barra nutritiva sin homogeneización después o durante el tratamiento térmico y antes del secado. Las condiciones del proceso requeridas para preparar este ingrediente ventajoso se examinaron más de cerca.

La Figura 4 muestra la relación entre la dureza de la barra nutritiva modelo (medida por la fuerza de penetración) y la distribución del tamaño de partícula de la corriente de suspensión antes del secado, como se representa por D[4,3]. La variable secundaria graficada en la Figura 4 es el puntaje de arenosidad de las muestras de barra como lo indica el tamaño del círculo. En general, la Figura 4 muestra que las barras más blandas son el resultado de partículas coloidales más grandes que generalmente podrían ser el resultado de tratamientos térmicos más extensos. Sin embargo, la Figura 4 indica que existe un nuevo conjunto de condiciones en las que se puede preparar un ingrediente (después del secado) a partir de partículas gruesas que no provoquen arenilla en la boca como se esperaba de los agregados de proteína de suero de la técnica anterior de tamaño similar.

La textura de la barra se expresa como fuerza de penetración contra temperatura de calentamiento y tiempo (s) en el tubo de retención y la arenilla percibida en sensorial informal (proporcional al tamaño de la burbuja). El control fue una muestra en barra preparada utilizando un polvo de proteína de suero de leche (nativo) sin tratamiento térmico, WPC392 (Control 392), Fonterra Co-operative Group Limited, Auckland.

Tabla 1a Restricciones de procesamiento para la caída de presión

Proceso: Caída de presión		HPH2 Tsalida [°C]				
		70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
Tubo de sujeción	0 s					
	45 s					
	90 s					

LEYENDA:

No preferido
Menos preferido
Más preferido
No recomendado

Tabla 1b Tratamiento térmico como tiempo de mantenimiento - combinaciones de temperatura

Aplicación de barra: sensorial		HPH2 Tsalida [°C]				
		70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
Tubo de sujeción (tiempo)	0 s					
	45 s					
	90 s					

Tabla 1c Condiciones de desnaturalización

Desnaturalización:		HPH2 Tsalida [°C]				
		70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
de sujeción (tiempo)	0 s					
	45 s					
	90 s					

Tabla 1d Región factible combinada

Conjunto:		HPH2 Tsalida [°C]				
		70 °C	75 °C	80 °C	85 °C	90 °C
de sujeción (tiempo)	0 s					
	45 s					
	90 s					

Notas:

La Tabla 1d muestra que cuando se combinan los diversos conjuntos de datos (Tablas 1a, 1b y 1c), se muestra sorprendentemente que hay un conjunto de condiciones óptimas para la preparación del ingrediente de proteína de

suero desnaturalizada con propiedades únicas para aplicaciones de barras nutritivas de <45 segundos de tiempo de mantenimiento y una temperatura final del calentador de 80° -85 °C, utilizando el diseño actual del calentador.

Ejemplo 2

El ingrediente proteico de la invención se preparó usando el método descrito previamente usando una corriente de alimentación de proteína de suero que contiene aproximadamente 80 % de proteína en una base sólida y una concentración de sólidos del 32 %, un caudal de procesamiento de 6,4 m³/h, una salida de precalentador de alta presión temperatura de 58 °C, una temperatura final de salida del calentador de alta presión de 80 °C y un tiempo de residencia desde la salida del calentador al secador de 23 segundos, es decir, 0 s con la configuración de la planta de tubos de retención.

Se llevaron a cabo ensayos para establecer la textura y las propiedades sensoriales del yogur con alto contenido de proteínas utilizando el ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor de la invención o un suero de queso nativo comercial WPC392 (Fonterra Co-operative Group Limited, Auckland, Nueva Zelanda) como fuentes alternativas de fortificación de proteínas. Estos yogures se compararán con un yogur estándar de 4,5 % de proteína (3,5 % de proteína de leche descremada, 1,0 % de proteína de SMP complementario).

Las pruebas iniciales de yogur se llevaron a cabo utilizando el ingrediente de esta invención y el WPC392 a altos niveles de adición (10 a 15 % de yogures de proteínas) para determinar las propiedades de textura de referencia. Cuando las leches de yogur se calentaron utilizando el tratamiento térmico estándar (95 °C/8 min), las leches que contenían WPC392 cuajaron y formaron geles débiles, y no pudieron procesarse más. Sorprendentemente, el ingrediente proteico de esta invención no se gelificó y pudo usarse para preparar un yogur rico en proteínas.

En otros ensayos donde se usó WPC392, éste se agregó después de la etapa de tratamiento térmico para reducir la posibilidad de que la proteína de suero agregada se gelifique.

Plan Experimental/Variables

La Tabla 2 detalla las formulaciones y los ingredientes complementarios para los yogures ricos en proteínas. Estos se comparan con un yogur de control sensorial estándar de 4,5 % de proteína de yogur (0 % de grasa).

Tabla 2 Plan experimental

Muestra	Contenido de grasa (%)	Contenido de proteínas (%)	Proteína del ingrediente complementario	Ingrediente complementario	Punto de adición del ingrediente complementario
11	0	15	11,5	Ingrediente de proteína de la invención	Al recombinar
12	0	12	8,5	Ingrediente de proteína de la invención	Al recombinar
13	0	15	10,5/1,0	Ingrediente de proteína de la invención/SMP	Al recombinar
14	0	12	7,5/1,0	WPC392	Al recombinar
15	0	15	11,5	WPC392	Después del tratamiento térmico
16	0	12	8,5	WPC392	Después del tratamiento térmico
"0 % de grasa 4,5 % "control de proteínas"	0	4,5	1,0	SMP	Al recombinar

Formulaciones

Las formulaciones utilizadas se dan en la Tabla 3a y las recetas en la Tabla 3b.

5 Tabla 3a Detalles de las formulaciones utilizadas en los ensayos

	11	12	13	14	15	16	
10	Mezcla complementaria						
	15 % de proteína	12 % de proteína	15 % de proteína	12 % de proteína	15 % de proteína	12 % de proteína	
	515	515	515 y SMP	515 y SMP	392 (después del calor)	392 (después del calor)	
	WPC515 (JT02)	100,00	100,00	100,00	100,00		
	WPC 392				100,0	100,0	
15	SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
	Yogur total						
	Mezcla complementaria	14,38	10,63	13,12	9,37	14,38	10,63
	SMP	10,48	10,48	13,48	13,48	10,48	10,48
20	Sorbato de potasio	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Chr Hansen YF-L702	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Agua	75,10	78,85	73,36	77,11	75,10	78,85
	SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Información del producto						
25	Proteína total (%)	15,00	12,00	15,00	12,00	15,00	12,00
	Proteína complementaria (%)	11,50	8,50	10,50	7,50	11,50	8,50
	MSNF (%)	23,10	19,63	24,74	21,27	23,10	19,63
	Caseína (%)	2,80	2,80	3,60	3,60	2,80	2,80
30	Suero (%)	12,20	9,20	11,40	8,40	12,20	9,20
	Grasa (%)	0,50	0,39	0,49	0,38	0,50	0,39
	Carbohidrato (%)	6,24	6,09	7,82	7,67	6,24	6,09
	Ceniza (%)	1,24	1,14	1,45	1,34	1,24	1,14
	Sólidos totales (%)	23,63	20,04	25,25	21,67	23,63	20,04
35	Caseína: Suero	19:81	23:77	24:76	30:70	19:81	23:77
	Calcio (mg/100g)	175	163	208	197	175	163
	Sodio (mg/100g)	110	92	116	98	110	92
	Potasio (mg/100g)	243	229	293	279	243	229

40 Tabla 3b Recetas utilizadas para preparar las muestras

	Número del ensayo	11	12	13	14	15	16	Control de referencia
45	Condición de prueba	15 % de proteína usando el ingrediente de la invención	12 % de proteína usando el ingrediente de la invención	15 % de proteína usando los ingredientes de la invención y SMP	12 % de proteína usando el ingrediente de la invención	15 % de proteína WPC392 (sin tratamiento térmico)	12 % de proteína WPC392 (sin tratamiento térmico)	0 % de grasa 4,5 % de proteína
50	Ingrediente de la invención (g)	934,7	691	852,8	609,1	0	0	0
55	WPC392 (g)	0	0	0	0	934,7	691	0
	Sorbato de potasio (g)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	SMP (g)	681,2	681,2	876,2	876,2	681,2	681,2	876,2
60	Chr. Cultivo láctico Hansen YF-L702 (g)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
	Agua (g)	4882	5125	4768	5012	4882	5125	5621
65	Total (g)	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500

Proceso de fabricación

Los ingredientes (distintos del cultivo) se dispersaron en agua tibia y se dejaron reposar durante un período para permitir una hidratación adecuada. Las soluciones se calentaron a aproximadamente 55 °C y luego se homogeneizaron 150/50 bar. Las muestras se trataron luego por lotes en un baño de agua a 90 °C durante 10 minutos. Las muestras se enfriaron a temperatura de incubación y el cultivo se añadió y dispersó.

Los tiempos de fermentación fueron considerablemente más largos para los yogures ricos en proteínas. La incubación fue a 38 °C durante 15-16 horas. Las muestras de yogur agitado se cortaron (se suavizaron) mediante bombeo a través de una válvula de contrapresión (BPV) u orificio con una caída de presión de 1,7 Bar y a una temperatura de 17 °C.

Vea el diagrama del proceso de yogur Figura 6.

Resultados

En la Tabla 4 se proporciona un resumen de todos los datos del ensayo.

Tabla 4 Resumen de resultados del ensayo

Número del ensayo	11	12	13	14	15	16	Control de referencia
pH al final de la fermentación	4,65	4,51	4,67	4,57	4,65	4,59	4,66
Proteína (TN*6,38)	15,3	11,7	14,8	11,7	14,9	11:9	4,5
Viscosidad aparente a 50 s ⁻¹	594	274	579	532	370	376	504
Sinéresis escurrida (%) en el día 7	51	96	12	28	98	97	38

Viscosidad

La viscosidad de ambos yogures con 15 % de proteína (3,5 % de SMP con 11,5 % de proteína del ingrediente de la invención y 4,5 % de SMP con 10,5 % del ingrediente de la proteína de la invención) fue de alrededor de 590 mPa.s. Sorprendentemente, la viscosidad fue similar a un yogur con 4,5 % de proteína (Tabla 4). La viscosidad del yogur con 12 % de proteína (3,5 % de base de proteína SMP) también fue menor que los controles no inventivos.

Sinéresis

Los valores de sinéresis de los yogures agitados se muestran en la Tabla 4.

Los valores de sinéresis del yogurt con 12 % de proteína (3,5 % de base de proteína SMP) y los dos yogures que contienen WPC392 fueron muy altos (> 90 %). El yogurt con 15 % de proteína y los yogures con 12 % de proteína de la invención (4,5 % de base de proteína SMP) fueron inferiores o similares a un yogur con 4,5 % de proteína estándar.

Análisis sensorial informal

Las muestras se evaluaron informalmente por 5 miembros del equipo de alimentos cultivados. Se percibió que el sabor de los yogures ricos en proteínas de la invención tenía menos sabor a "proteína" que las muestras que contenían WPC392.

Ejemplo 3 Yogur de alto contenido proteico con baja viscosidad

El ingrediente de proteína de la invención se preparó usando el método del Ejemplo 1 usando una corriente de alimentación de proteína de suero que contiene aproximadamente 80 % de proteína en una base de sólidos y una concentración de sólidos de 32 %, un caudal de procesamiento de 6,4 m³/h, un precalentador de alta presión temperatura de salida de 58 °C, una temperatura de salida final del calentador de alta presión de 80 °C y un tiempo de residencia desde la salida del calentador al secador de 23 segundos, es decir, 0 s con la configuración de la planta de tubos de retención.

Se realizaron ensayos para preparar yogur de alto contenido proteico con una viscosidad lo suficientemente baja como para que el producto final se consumiera como bebida.

Plan Experimental/Variables

Formulaciones

Las recetas se dan en la Tabla 1.

Tabla 5 Recetas para la preparación de la bebida fermentada

	Componente	Cantidad (g)
5		Bebida de la invención alta en proteínas
		yogur bajo en grasa 4,5 % (control)
	Ingrediente de proteína de suero desnaturalizada seco de esta invención	847
10	Leche descremada en polvo	2239,6
	Azúcar	660
	Crema (40 % de grasa)	660
	Sorbato de potasio	4,4
	Cultivo Chr Hansen YF-L702	0,4
15	Agua	17 589
	Total	22 000
	Composición	%
	Proteína total	6,50
	Grasa	1,47
20	Carbohidrato	8,8
	Caseína: proteína de suero (proporción)	43:57

Proceso de fabricación

25 Los ingredientes (distintos del cultivo) se dispersaron en agua tibia y se dejaron reposar durante un período para permitir una hidratación adecuada. La leche se calentó a aproximadamente 55 °C y se homogeneizó en 2 etapas 150/50 Bar. La leche homogeneizada se calentó a 95 °C durante 8 minutos circulando en un intercambiador de calor de placas (PHE), luego se enfrió a temperatura de incubación en un PHE adicional y finalmente se descargó en un recipiente pequeño. El cultivo se añadió y se dispersó y la leche se incubó a 42 °C hasta alcanzar un pH de aproximadamente 4,6.

30 El tiempo de incubación fue de alrededor de 5,5 horas. A pesar del alto contenido de proteínas, el tiempo de fermentación fue sorprendentemente típico de los yogures mucho más bajos en proteínas (por ejemplo, 4,6 %).

35 El yogur de alto contenido proteico se enfrió a aproximadamente 20 °C mediante bombeo a través de un PHE, luego se cortó (suavizó) pasándolo a través de una válvula de contrapresión (BPV) u orificio con una caída de presión de 3 Bar

40 Vea el diagrama del proceso de fabricación de yogur de alto contenido proteico Figura 2.

Resultados

En la Tabla 6 se proporciona un resumen de los resultados del ensayo.

Tabla 6 Resumen de resultados de ensayos

	Número del ensayo	Yogur de alto contenido proteico	Control de referencia (0 % de grasa, 4,5 % de proteína, como arriba)
50	pH al final de la fermentación	4,56	4,66
	pH a los 7 días	4,46	
	Proteína (TN*6,38)	6,1	4,5
	Viscosidad aparente a 50 s ⁻¹	205	504

Viscosidad

La viscosidad del yogur de alto contenido proteico era menos de la mitad que la de un control de yogur de leche descremada de 4,5 % (bajo en grasa), lo que hace que el producto sea sorprendentemente adecuado como bebida de yogur.

60

Ejemplo 4 Preparación de hidrolizados tratados con enzimas

Se usó una receta común para seleccionar cinco muestras de proteínas: concentrado de proteínas de suero (WPC) sin desnaturalizar al 80 % [control 1], y tres proteínas de suero desnaturalizados de la invención, T13, T14 y T21 y un polvo de lactoalbúmina completamente desnaturalizado [control 2] - ver abajo para detalles.

65

Otros ingredientes proteicos utilizados fueron:

Lactoalbúmina 8254 (control 2), disponible de Fonterra Co-operative Group Limited, Auckland. Lactoalbúmina 8254 está 100 % desnaturalizado.

5 Caseinato de sodio 180 disponible de Fonterra Co-operative Group Limited, Auckland.

Queso WPC80 (WPC392) disponible de Fonterra Co-operative Group Limited, Auckland. WPC392 es esencialmente proteína de suero nativa, es decir, 0 % desnaturalizada.

10 Una gama de polvos de WPC desnaturalizados de la invención (desnaturalización > 95 %) se hicieron reaccionar con Alcalasa y Thermoase (juntos) utilizando la misma receta (1 % de Alcalasa y 1 % de Thermoase) y los ingredientes conocidos de proteína de suero de control de la técnica utilizados para la comparación fueron WPC392 y lactoalbúmina 8254.

15 Los detalles de la receta de hidrólisis se dan en la Tabla 7.

Tabla 7 Receta utilizada para la hidrólisis enzimática del ingrediente proteico

20	Bases del ensayo	1000 g
	Ingrediente de proteína (sólidos totales 6 %)	60 g
	Agua masiva	940 g
	Enzima total	0,60 g Alcalasa 0,60 g de Thermoase
25	Posteriormente agregado para el ajuste del pH:	
	NaOH (diluido al 10 % p/p)	3,06 g
	KOH (diluido al 10 % p/p)	14,57 g
	Se calentaron 940 g de agua RO a 65 °C en un baño de agua	

30 Se añadieron 60 g del ingrediente proteico al agua durante 5 minutos con agitación continua. El pH se ajustó a pH 7,5 usando NaOH y KOH si es necesario
En T = 0 min, se agregaron las enzimas Alcalasa y Thermoase a la solución (termostato de pH 7,5 a 65 °C)

35 El pH de la mezcla de reacción se mantuvo a 7,5 durante el transcurso de la digestión mediante la adición de álcali como se indica en la Tabla 3

La hidrólisis fue durante 5 horas de tiempo de reacción total.

La solución reaccionada se calentó a 85 °C durante 20 minutos para inactivar las enzimas.

40 El perfil de peso molecular (MWP) se analizó mediante cromatografía de exclusión por tamaño utilizando el método descrito en ANZSMS22 (Australia and New Zealand Society for Mass Spectrometry, 22ª conferencia anual) en Sídney, enero de 2009.

45 Los siguientes son lotes de prueba de hidrolizado preparados usando el ingrediente WPC desnaturalizado seco de esta invención (y un WPC392 de control). El ingrediente de esta invención dio ventajosamente un MWP deseado, que es <1 % del material en la región > 20 kDa. Se usó la misma receta (combinación de enzimas) para la hidrólisis de los polvos T13, T14 y T21. Los ingredientes de esta invención se prepararon de acuerdo con los procedimientos de tratamiento térmico especificados a continuación.

50 T13 = 85 °C 0 s sin tiempo de retención del tubo suplementario

T14 = 90 °C 0 s tiempo suplementario de retención del tubo

T21 = 85 °C 45 s tiempo suplementario de retención del tubo

Los detalles de las recetas se dan en la Tabla 8.

55 Tabla 8 Receta utilizada en ensayos de hidrólisis adicionales

60	Bases del ensayo	1000 g
	Sólidos totales 6 %	60 g
	Agua masiva	940 g
	Enzima total (2 %)	1,2 g
	NaOH @ 10 % p/p	3,06 g
	KOH @ 10 % p/p	14,57 g

65 Una variedad de enzimas, que incluyen las enzimas proteolíticas, se utilizan en la preparación de productos de nutrición humana. Diferentes naciones tienen diferentes regulaciones. La Unión Europea parece estar evolucionando las regulaciones hacia listas de enzimas específicamente aprobadas.

<http://www.amfep.org/documents/Amfep%2009%2001%20-%20Amfep%20Statement%20on%20Food%20Enzymes%20Regulation%20-%20FIAP%20-JAN09.pdf>

Con el fin de demostrar los resultados beneficiosos y versátiles del ingrediente de esta invención cuando se usa como sustrato para la proteólisis, se seleccionó una selección de enzimas para el cribado de la eficacia proteolítica. Las enzimas utilizadas fueron suministradas por:

Alcalasa 2.4L - Novozymes Australia Pty. Ltd (www.novozymes.com),
 Enzidase TSP Concentrate (TSP) - Zymus International Ltd (www.zymus.net),
 Pancreatin - American Laboratories Inc (www.Americanlaboratories.com),
 Thermoase PC10F - Daiwa Kasei KK (Shiga, Japón).

Las enzimas TSP y Pancreatin se usaron individualmente en sustitución del par de enzimas usadas en la Tabla 7 para preparar una serie adicional de hidrolizados de acuerdo con los detalles dados en la Tabla 9.

Tabla 9 Detalles de enzimas y sus condiciones de reacción

Enzima	Dosis (% con respecto a los sólidos totales)	pH objetivo	Temperatura óptima
TSP	2	7,5	55 °C
Pancreatin	2	8,0	50 °C

La Tabla 10 resume el MWP resultante de los hidrolizados preparados usando la combinación Alcalasa y Thermoase detallada en la Tabla 7.

Tabla 10 Comparación de los niveles de desnaturalización y los MWP de hidrolizados resultantes de las muestras reaccionadas

Ingrediente	Nivel de desnaturalización (%)	MWP			
		> 20 kDa	5 – 20 kDa	1 – 5 kDa	<1 kDa
WPC392 (Control WPC)	0	2,96	3,61	25,62	67,81
T13	96	0,92	1,37	17,56	80,15
T14	94	0,89	1,14	18,49	79,47
T21	99	0,82	1,26	18,11	79,81
Lactoalbúmina 8254 (Control)	100	1,21	2,95	30,23	65,62

En general, es conveniente que menos del 1 % del péptido tenga un peso molecular >20 kDa en hidrolizados diseñados para formulaciones infantiles donde se hacen declaraciones de antigenicidad reducida. Sorprendentemente, el ingrediente de esta invención fue capaz de cumplir este límite sin la necesidad de las etapas de tratamiento adicionales, evitando por lo tanto el gasto y la pérdida de rendimiento de la ultrafiltración posterior. Las Tablas 11 y 12 resumen los problemas de rendimiento y procesamiento típicamente presentados al preparar hidrolizados usando procesos conocidos de la técnica y los compara con los beneficios derivados de la invención.

Tabla 11 Comparación de la ventaja de rendimiento del ingrediente de la invención con lactoalbúmina comercial

	Lactoalbúmina 8254	WPC desnaturalizado de esta invención
Pérdida de rendimiento en la fabricación del sustrato	Hay una pérdida significativa de rendimiento de la proteína (como TN* 6,38) cuando se prepara lactoalbúmina convencional.	Hubo una pérdida de rendimiento insignificante al preparar el ingrediente desnaturalizado de esta invención.

Tabla 12 Comparación de las ventajas de rendimiento del ingrediente de la invención con los hidrolizados comerciales existentes

	Hidrolizado preparado de lactoalbúmina	Potencial hidrolizado de WPC de esta invención
Pérdida de rendimiento en la fabricación de hidrolizados	La hidrólisis de Lactoalbúmina 8254 en condiciones de hidrólisis típicas produce un hidrolizado con >1 % en la fracción >20kDa. La purificación adicional puede obtener <1 % de material en la fracción >20kDa y esta etapa implicará una pérdida de rendimiento.	La hidrólisis del ingrediente desnaturalizado de esta invención permitió que se preparase el perfil de MWP deseado sin ultrafiltración.

Hidrólisis de uno de los polvos de la invención anteriores (T13) usando diferentes recetas (enzimas).

Se llevaron a cabo una serie adicional de reacciones de hidrólisis usando el ingrediente de la invención T13 (96 % desnaturalizado) y dos recetas diferentes (enzimas Pancreatin y TSP) con los resultados dados en las Tablas 13 y 14.

5

Tabla 13 Resultados de la hidrólisis usando la enzima Pancreatin

Enzima (dosis 2 %)	Sustrato	> 20 kDa	5 – 20 kDa	1 – 5 kDa	<1 kDa
Pancreatin	T13	0,47	1,85	29,70	67,98
Pancreatin	Lactoalbúmina 8254	3,82	2,36	30,42	63,39
Pancreatin	WPC392	1,02	1,60	29,49	67,89

10

15 El ingrediente de esta invención cuando se trató con Pancreatin proporcionó un MWP más preferido que evitó la necesidad de ultrafiltración para eliminar el exceso de material >20 kDa.

Tabla 14 Resultados de la hidrólisis usando la enzima TSP

Enzima (dosis 2 %)	Sustrato	> 20 kDa	5 – 20 kDa	1 – 5 kDa	<1 kDa
TSP	T13	0,49	2,03	35,17	62,31
TSP	Lactoalbúmina 8254	2,40	3,01	32,20	62,39
TSP	WPC392	1,58	1,37	30,09	66,96

20

25

El ingrediente de esta invención cuando se trató con TSP proporcionó un MWP más preferido que evitó la necesidad de ultrafiltración para eliminar el exceso de material >20 kDa.

30

Se llevaron a cabo otras dos reacciones de hidrólisis utilizando el ingrediente proteico de la invención, pero modificado en la medida en que el ingrediente proteico se obtuvo directamente siguiendo el procedimiento de desnaturalización térmica de la invención como una corriente inerte líquida (-90 % desnaturalizada) y antes del secado, usando diferentes recetas (enzimas) y se muestran en la Tabla 15. La Tabla 15 también resume los resultados de hidrolizar el ingrediente de la corriente líquida de esta invención.

35

Tabla 15 Resultados de hidrolizar la corriente de proteína líquida de la invención

Enzima (dosis)	> 20 kDa	5 – 20 kDa	1 – 5 kDa	<1 kDa
Pancreatin (2 %)	0,58	2,00	30,46	66,96
Alcalasa 2.4L (2 %)	0,22	1,29	32,71	65,79

40

45 La versión de ingrediente no seco de esta invención (corriente líquida) nuevamente proporcionó un MWP preferido que evitó el coste de secado y la necesidad de tratamiento posterior para eliminar el contenido no deseado >20 kDa.

Ejemplo 5 Ejemplos de nutrición líquida/bebidas/enterales/alimentos médicos

50 Los siguientes dos ejemplos ilustran el uso del ingrediente de proteína de suero de la invención para preparar bebidas modelo con las propiedades especiales útiles en una variedad de alimentos nutricionales y medicinales. En una serie, la bebida tenía un valor calórico de 1 kcal/g. En la segunda serie, la bebida tenía un valor calórico de 1,5 kcal/g.

Para cada uno de los valores calóricos, se examinaron tres formulaciones:

- 55 a) El 95 % de la proteína de suero de leche en polvo desnaturalizada por calor de esta invención y el 5 % proviene del caseinato de sodio'
- b) Una réplica de (a) anterior,
- c) Un control de polvo de proteína de suero desnaturalizada por calor al 100 % de esta invención y sin caseinato de sodio.

60

Se pesaron 28 kg de agua desmineralizada a 55 °C en el Dispensor Cowles
Proteína añadida y mezclada durante 60 minutos

Se añadió maltodextrina y sacarosa y se mezcló durante 5 minutos

Los minerales se disolvieron previamente en 50 °C en una pequeña cantidad de agua y se mezclaron durante 5 minutos

65

ES 2 804 249 T3

La solución mineral se añadió a los ingredientes en el Dispersor Cowles y se mezcló durante 5 minutos
 La solución se calentó aún más
 El aceite y la lecitina se calentaron para ayudar a la dispersión y se mezclaron en un recipiente separado
 La mezcla de aceite y lecitina se añadió a la solución del Dispersor Cowles y se dispersó completamente
 5 La solución dispersa y aún caliente se homogeneizó en dos etapas
 La solución homogeneizada se enfrió a 25 °C y el pH se ajustó a pH objetivo 6,8 con KOH
 Se añadió agua a la solución para complementar según se requirió para dar un peso final de 40 kg
 La solución se transfirió a la planta UHT y se procesó UHT a 140 °C durante 4 segundos usando calentamiento por inyección de vapor directo envasado asépticamente en botellas de vidrio de 250 ml y tapadas.
 10 Se realizaron varias pruebas antes y después del tratamiento térmico UHT.

Formulación tipo de alimentos nutricionales modelo de 1 kcal/g

15 La formulación (a) difería de la formulación (b) en que se preparó un lote replicado del ingrediente de la invención para su uso. La formulación (c) utilizó el ingrediente del segundo lote. Las formulaciones se detallan en la Tabla 16.

Tabla 16 Formulación modelo y recetas para ejemplos de bebidas de 1 kcal/g

	<u>Formulaciones basadas en porcentajes</u>	Formulación (a)	Formulación (b)	Formulación (c)
20	Ingredientes			
	Agua	75,8 %	75,9 %	75,9 %
	Proteína de suero desnaturalizada por calor ingrediente	4,6 %	4,5 %	4,7 %
	Caseinato de sodio 180	0,2 %	0,2 %	0,0 %
25	Sacarosa	4,4 %	4,4 %	4,4 %
	Maltodextrina Maltrin M180	11,1 %	11,1 %	11,1 %
	Citrato trisódico dihidratado	0,6 %	0,6 %	0,6 %
	Cloruro de potasio	0,2 %	0,2 %	0,2 %
30	Citrato tripotásico monohidratado	0,1 %	0,1 %	0,1 %
	Cloruro de magnesio	0,2 %	0,2 %	0,2 %
	Fosfato tricálcico	0,3 %	0,3 %	0,3 %
	Aceite de canola	2,3 %	2,3 %	2,3 %
	Lecitina	0,1 %	0,1 %	0,1 %
35	Ensayos de planta piloto	Bebida 40L		
	Ingredientes	g	g	g
	Agua	30 336,5	30 348,5	30 344,9
	Ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor	1839,4	1811,2	1894,9
40	Caseinato de sodio 180	78,9	77,5	0,0
	Sacarosa	1752,8	1762,8	1756,1
	Maltodextrina Maltrin M180	4452,7	4452,2	4454,9
	Citrato trisódico dihidratado	251,6	251,7	256,3
	Cloruro de potasio	83,9	83,9	84,0
45	Citrato tripotásico monohidratado	44,9	44,9	44,8
	Cloruro de magnesio	74,9	74,9	74,9
	Fosfato tricálcico	123,8	123,8	123,9
	Aceite de canola	906,7	916,9	913,6
	Lecitina	53,9	51,7	51,7
50	% de Sólidos totales	24,2 %	24,1 %	24,1 %

Formulación tipo de alimentos nutricionales modelo de 1,5 kcal/g

55 Las formulaciones utilizadas para las evaluaciones de 1,5 kcal/g se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17 Formulación y recetas para ejemplos de bebidas de 1,5 kcal/g

	<u>Formulaciones basadas en porcentajes</u>	Formulación (a)	Formulación (b)	Formulación (c)
60	Agua	68,80 %	68,79 %	68,76 %
	Proteína de suero desnaturalizada por calor ingrediente	6,56 %	6,51 %	6,85 %
	Caseinato de sodio 180	0,29 %	0,30 %	0,0 %
	Sacarosa	5,64 %	5,60 %	5,62 %
	Maltodextrina Maltrin M180	14,19 %	14,28 %	14,24 %
65	Citrato trisódico dihidratado	0,25 %	0,24 %	0,26 %
	Cloruro de sodio	0,22 %	0,22 %	0,22 %
	Cloruro de potasio	0,13 %	0,11 %	0,11 %

ES 2 804 249 T3

	Citrato tripotásico monohidratado	0,12 %	0,14 %	0,14 %
	Cloruro de magnesio	0,20 %	0,19 %	0,19 %
5	Fosfato tricálcico	0,21 %	0,21 %	0,21 %
	Aceite de canola	3,23 %	3,25 %	3,23 %
	Lecitina	0,16 %	0,16 %	0,16 %
	Ensayos en Planta Piloto	Bebida 40L		
	Ingredientes			
10	Agua	27 518,9	27 514,5	27 503,7
	Ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor	2623,0	2605,2	2739,7
	Caseinato de sodio 180	117,4	118,4	0,0
	Sacarosa	2257,2	2239,5	2246,7
15	Maltodextrina Maltrin M180	5678,0	5711,9	5697,2
	Citrato trisódico dihidratado	98,6	97,0	103,1
	Cloruro de sodio	88,1	88,9	89,4
	Cloruro de potasio	54,0	45,6	45,0
	Citrato tripotásico monohidratado	48,1	56,1	56,7
20	Cloruro de magnesio	78,0	77,7	77,7
	Fosfato tricálcico	83,6	83,5	83,6
	Aceite de canola	1292,3	1299,1	1293,0
	Lecitina	62,7	62,7	64,3
	Suma de sólidos	12 481,1	12 485,5	12 496,3
25	% de Sólidos totales	31,2 %	31,2 %	31,2 %

Los resultados de la evaluación de las muestras preparadas de acuerdo con las formulaciones de las Tablas 16 y 17 se muestran en la Tabla 18.

30 Tabla 18 Tabla de resultados de 1 kcal/ml

	Ejecución #	pH	Viscosidad (cP)	Tamaño de partícula		
			Brookfield	D[4,3] (µm)	D[3,2] (µm)	
35	Antes de HT	Formulación (a)	6,83	5,6	0,63	0,24
		Formulación (b)	6,83	5,6	0,66	0,25
		Formulación (c)	6,87	5,2	0,79	0,27
40	Después de HT	Formulación (a)	6,82	6,7	1,83	0,33
		Formulación (b)	6,79	6,8	1,62	0,33
		Formulación (c)	6,80	5,9	0,97	0,27

1,5 kcal/ml

	Ejecución #	pH	Viscosidad (cP)	Tamaño de partícula		
			Brookfield	D[4,3] (µm)	D[3,2] (µm)	
45	Antes de HT	Formulación (d)	7,04	9,7	0,85	0,27
		Formulación (e)	6,73	10,6	1,05	0,33
		Formulación (f)	6,73	10,4	0,81	0,24
50	Después de HT	Formulación (d)	6,98	10,1	1,24	0,37
		Formulación (e)	6,69	13,3	2,56	0,60
		Formulación (f)	6,68	10,0	1,43	0,41

55 Ejemplo 6 Uso de inyección directa de vapor para producir una corriente de proteína de suero líquida calentada en condiciones de flujo turbulento que es útil como ingrediente proteico

Se obtuvo una solución concentrada de proteínas reconstituyendo un polvo WPC 392 de queso de 25 kg en 70 litros de agua clorada. El polvo de WPC tenía 81 % de proteína, 5,7 % de grasa, 3,4 % de ceniza, 4 % de lactosa y 4 % de humedad. Después de la reconstitución, la solución de proteína de suero se mezcló continuamente a 50 °C durante 2 horas para permitir la hidratación completa de la proteína.

65 La solución de proteína de suero (pH 6,8) se bombeó a través de una línea de productos de la planta piloto a 152,5 kg/h (~ 137,4 L/h, densidad del producto de 1,11 kg/L) donde se calentó por inyección directa de vapor a ~170 °C y ~7 bar a través de una válvula de inyección de vapor. La línea de productos tenía un tubo de acero inoxidable de 5 m de largo y 10 mm de diámetro interno. La presión de vapor se ajustó entre 5 y 7 bar, de modo que la temperatura del producto se mantuvo a aproximadamente 90 °C. El flujo de producto a través de la unidad DSI tenía un número de

Reynolds calculado de 599. El líquido calentado se recogió a través de la válvula del producto ~ 5 m después del punto DSI. El producto tardó ~ 3 s en viajar desde el punto de inyección de vapor hasta el punto de recolección. La corriente calentada fue de 89,1 °C a la salida del DSI.

5 La corriente calentada se recogió en un recipiente y se convirtió en una pasta semisólida al enfriar a temperatura ambiente. Esta corriente calentada se usó como una fuente de proteína y agua para preparar la formulación de alimentos nutricionales modelo que se muestra en la Tabla 19 a continuación. Se usó una muestra del polvo WPC original en la preparación de otra muestra de la formulación alimenticia nutricional como control.

10 Tabla 19. Receta de una formulación nutricional modelo

Ingredientes	g
Agua	197,84
Ingrediente de proteína líquida de esta invención	48,53
Sacarosa	80,82
Maltodextrina Maltrin	37,33
Citrate tripotásico monohidratado	0,80
Cloruro de potasio	0,49
Lecitina	0,60
Aceite de canola	33,60
Total (g)	400,00

15 La preparación de las formulaciones nutricionales implicó la reconstitución del ingrediente proteico con agua a 55 °C durante 30 minutos usando un agitador superior. Se agregaron sacarosa, maltrin y minerales mientras se mezclaba y luego el mezclado continuó durante 10 minutos más. La mezcla se calentó a 70 °C, luego se añadió el aceite (con lecitina ya disuelta mezclando a ~ 70 °C) y luego se continuó el mezclado durante 10 minutos más. La mezcla se homogeneizó en dos etapas (200/50 bar) usando un homogeneizador de mesa (NIRO-SOAVI, Panda No 2638, Niro Group, Parma-Italia). La formulación homogeneizada se colocó en botellas de vidrio tratadas en autoclave de 10 ml y luego se calentó a 121 °C durante 10 minutos en un baño de aceite. Las muestras calentadas se enfriaron inmediatamente a ~ 20 °C en agua fría. Las viscosidades de las formulaciones homogeneizadas antes y después del calentamiento se midieron usando un reómetro Paar Physica (modelo UDS200, Anton Paar GmbH, Graz, Austria) con una geometría de cono y placa, barrido de corte de 0,1 a 500 s⁻¹, a 20 °C.

20 La Figura 8 muestra el efecto del WPC modificado sobre la viscosidad de la formulación de alimentos nutricionales modelo antes y después del calentamiento (121 °C, 10 min). Las viscosidades de ambas formulaciones antes del calentamiento fueron similares. Después de calentar, la viscosidad de la formulación que contiene WPC modificado aumentó a aproximadamente 84 cP. El producto de la invención seguía siendo un producto bebible de flujo libre continuo. Sin embargo, después de calentar, la formulación de control que contenía WPC estándar se había formado un gel que hacía imposible la medición de la viscosidad.

25 La Figura 9 muestra fotografías de las formulaciones antes y después del calentamiento. Está claro que la formulación que contenía WPC modificado permaneció como un líquido de flujo libre continuo mientras que la que contenía WPC estándar formó un gel.

30 Las formulaciones nutricionales se utilizan como sustitutos de comidas para una amplia gama de consumidores para cumplir con diversos requisitos nutricionales y/o de estilo de vida. Estos alimentos están destinados a proporcionar los requisitos nutricionales completos en pequeños paquetes de bebidas. Como tales, a menudo contienen grasas, carbohidratos y proteínas con alto contenido, tales como los de la formulación modelo dada en la Tabla 19 anterior. Su procesamiento siempre implicaba un tratamiento térmico severo (por ejemplo, 121 °C durante 10 minutos) debido a la necesidad de ser microbiológicamente seguros. En dicho tratamiento térmico es importante tener ingredientes robustos que puedan soportar las severas condiciones de tratamiento térmico sin gelificarse ni formar grumos sólidos. Este ejemplo demostró que el uso del WPC de esta invención modificado por calor de la invención permitió la adición de proteína de suero a alto nivel (> 9 %) en una formulación nutricional que permaneció líquida suave (baja viscosidad) después de su tratamiento térmico del producto final.

35 Ejemplo 7

40 Este estudio se llevó a cabo utilizando un analizador de viscosidad rápida (RVA 4). Para la comparación, se usó una formulación de queso procesado con rebanadas envueltas individualmente (IWS) que contenía ~4 % de WPC 392 (80 % de proteína) o ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor de la invención. La firmeza y la fusión de los productos resultantes se midieron junto con su composición y microestructura.

Objetivos

- Comparar el rendimiento del concentrado de proteínas de suero estándar (WPC) 392 y el ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor de la invención mediante:
 1. Elaborar queso procesado con IWS en un RVA utilizando los dos concentrados de proteína de suero.
 2. Comparar las propiedades de las muestras de queso procesado resultantes.

Métodos y materiales

Se elaboraron dos formulaciones de rebanadas de queso procesadas en un analizador de viscosidad rápida (RVA). Se usó una formulación de queso procesado modelo con IWS simple que contiene ~4 % de WPC392 o ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor de la invención. La Ejecución 1 contenía el WPC392 estándar y la Ejecución 2, el ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor de la invención. Las formulaciones reales se tabulan en la Tabla 20.

Tabla 20 Formulaciones utilizadas para preparar muestras

Ingrediente	Control con WPC392 (g)	Muestra con ingrediente de la invención (g)
Caseína de cuajo	3,34	3,34
Agua añadida	10,78	10,78
Citrato trisódico	0,72	0,72
Sal	0,33	0,33
Queso alto en sólidos (Cheddar)	5,97	5,97
Mantequilla salada	6,83	6,83
WPC392	1,32	N/A
Ingrediente de la invención	N/A	1,32
Lactosa	0,47	0,47
Ácido cítrico	0,21	0,21
Sorbato de potasio	0,03	0,03
Peso total	30,00	30,00
Análisis	%	%
Humedad	47,3	47,3
Grasa	52,7	52,7
Proteína	18,3	18,3
Sal	1,8	1,8

Los métodos utilizados en este trabajo se tomaron directamente de la solicitud de patente PCT publicada WO 2007/108708 A1 (Wiles, Lee, Anema y Havea)

Mezclado

La caseína de cuajo, el WPC, el citrato trisódico, la sal y el agua se mezclaron y se dejaron hidratar durante 40 minutos en un recipiente de aluminio RVA. Se añadió queso rallado, mantequilla salada, lactosa, ácido cítrico y sorbato de potasio y se mezclaron.

Cocción

Las mezclas de queso se cocieron en el RVA durante 10 minutos. La temperatura se incrementó de 25 °C a 87 °C durante los primeros 4 minutos y se mantuvo durante los 6 minutos restantes a 87 °C. La velocidad de agitación se incrementó de 0 a 800 rpm durante los primeros 4 min y se mantuvo a 800 rpm durante los 6 min restantes. Al finalizar la cocción, la muestra de queso procesado en caliente se vertió en una lámina de polipropileno, se cubrió con otra lámina de polipropileno y se le pasó un rodillo para formar una rebanada. La rebanada se selló en una bolsa de plástico con cierre hermético y se enfrió rápidamente en una bandeja de aluminio en un refrigerador. Se hicieron 6 rebanadas para cada ejecución. La viscosidad se registró en el RVA inmediatamente antes de formar cada rebanada.

Composición

La humedad se analizó utilizando un método de horno convencional (16 horas a 105 °C). El pH se midió usando un medidor de pH estándar Radiometer PHM82 y una sonda N48 EE.

Mediciones de textura

Las rebanadas se mantuvieron a 5 °C durante 3 días antes de la prueba. Para la prueba de textura, se apilaron 4 rebanadas juntas, cortadas por la mitad y las dos mitades se apilaron. Por lo tanto, la pila de prueba tenía 8 rebanadas

de grosor.

La firmeza se midió usando penetrometría (cilindro de 1/4 "[6,4 mm]) en un analizador de textura TA-HD (también conocido como prueba de cilindro) a 13 °C. El cilindro se insertó 10 mm en la pila de rebanadas, a una velocidad de 1 mm s-1 y se registró la fuerza máxima. Se tomaron 4 medidas.

El esfuerzo y la deformación se midieron a 13 °C usando una prueba de paletas (viscosímetro Brookfield 5XHBTDV-II). Se insertó una paleta de 4 cuchillas de 6 mm a una profundidad de 10 mm y se hizo girar a 0,5 rpm hasta alcanzar el límite elástico. Se registraron 4 mediciones.

Las masas fundidas se midieron usando una prueba de fusión Schreiber (232 °C durante 5 minutos, Zehren y Nusbaum 1992) Process Cheese. Cheese Reporter Publishing Company.

Resultados

Composición

Los datos de humedad y pH se muestran en la Tabla 21. La humedad y el pH de las muestras son muy consistentes. Esto significa que es probable que las diferencias en la textura y las propiedades de fusión se deban a diferencias en el rendimiento de los ingredientes más que a variaciones en la composición.

La evaporación de la humedad ocurre durante la fabricación del queso en el RVA. La humedad no se ajustó para la evaporación durante el procesamiento, ya que se supone que esto es constante entre lotes. Los datos consistentes de humedad en la Tabla 21 confirman este enfoque.

Tabla 21 Resumen de resultados

Ejecuciones		WPC392 estándar	Ingrediente de la invención
Viscosidad			
Ex-RVA	(cP)	1795 ±	1483 ±
Cilindro			
Fuerza	(N)	5,86 ±	6,75 ±
Paleta			
Esfuerzo	(Pa)	12 505 ±	15 020 ±
Presión	(rad)	0,797 ±	0,866 ±
Prueba de fusión			
Schreiber		2,3 ±	7,0 ±
Composición			
PH final		5,61 ±	5,60 ±
Humedad	(%)	46,3 ±	46,6 ±
Los resultados se indican ± 1 desviación estándar.			

Viscosidad final

Las viscosidades finales promedio se tabulan en la Tabla 21.

La viscosidad final es claramente diferente con el queso procesado que contiene WPC392 más alto que el que contiene el ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor de la invención.

Firmeza medida por la prueba del cilindro

Los resultados de firmeza se registran en la Tabla 21. La firmeza de la IWS preparada a partir de WPC392 estándar parece ser menor que la IWS preparada a partir del ingrediente de proteína de suero desnaturalizada por calor de la invención. Como la humedad y el pH de las muestras son casi idénticos (y el contenido de proteínas y grasas por inferencia), la diferencia en la firmeza se debe a los ingredientes de WPC.

Resultados del esfuerzo y la deformación medidos por la prueba de paletas

Los resultados del esfuerzo de paleta se tabulan en la Tabla 21. El patrón de los datos de esfuerzo coincide con los datos de firmeza con el esfuerzo del queso procesado preparado a partir de WPC392 que es inferior al ingrediente de la invención.

Los resultados de la deformación de paleta se tabulan en la Tabla 21. Los datos de deformación de la IWS preparada a partir de WPC392 estándar son más bajos que las preparadas a partir del ingrediente de la invención.

Fusión

5 Los resultados de fusión se presentan en la Tabla 21. La IWS preparada a partir de WPC392 estándar se derrite significativamente menos que aquella preparada a partir del ingrediente de la invención.

Resumen

- 10
- La IWS preparada con el ingrediente de la invención se derritió más que el queso preparado con WPC392
 - La IWS preparada con el ingrediente de la invención fue más firme que el queso preparado con WPC392
 - La IWS preparada con el ingrediente de la invención tuvo una viscosidad en proceso más baja que el queso preparado con WPC392
 - La composición de las rebanadas fue relativamente uniforme (humedad y pH) al igual que la microestructura. Esto sugiere que cualquier diferencia de textura no se debe a la variación de la composición.
- 15

Ejemplo 8

Caracterización de la corriente de líquidos que emerge del reactor tubular de alta presión antes del secado

20 La Figura 10 muestra que se pueden preparar dispersiones de partículas muy finas dentro del reactor tubular de esta invención.

La Figura 11 muestra que el grado de desnaturalización puede controlarse finamente en la corriente de líquidos que emerge del reactor tubular ajustando las combinaciones de temperatura y tiempos de retención.

25

REIVINDICACIONES

1. Un método para preparar un concentrado de proteínas de suero tratado con calor (WPC) o aislado de proteína de suero (WPI), que comprende:
 - (a) proporcionar una solución acuosa de WPC o WPI que tiene una concentración de proteína de 15-50 % (p/v), a un pH de 4,7-8,5;
 - (b) tratar térmicamente la solución a una temperatura de 50 °C a 150 °C, durante un tiempo que permita que se produzca la desnaturalización de proteínas; el tratamiento térmico comprende calentar la solución en un tubo de calentamiento mientras está en condiciones de flujo turbulento, en donde el flujo turbulento se define como que tiene un caudal másico suficiente en el tubo de calentamiento para proporcionar un número de Reynolds superior a 500;
 - (c) al final del tratamiento térmico, o bien
 - (d1) transferir el material tratado térmicamente directamente a un secador; y secar el WPC o WPI tratado térmicamente para producir un WPC o WPI modificado seco, en donde el WPC o WPI tratado térmicamente no se somete a un proceso de cizallamiento mecánico para romper las partículas dentro de la solución antes del secado, salvo que el líquido se convierta en gotas para facilitar el secado; o
 - (d2) transferir directamente el material tratado térmicamente a una mezcladora para mezclarlo con otros ingredientes; y en donde el WPC o WPI tratados térmicamente no se somete a la reducción del tamaño de partícula antes de la etapa (c).
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el material tratado térmicamente es un concentrado de proteínas de suero líquido (WPC) o aislado de proteína de suero (WPI) y en donde los otros ingredientes en la etapa (d2) incluyen al menos uno del grupo que consiste en leche, leche descremada, grasa, un carbohidrato, retentado de la leche o retentado de la leche descremada.
3. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde el pH del concentrado WPC antes del calentamiento se ajusta entre 5,0 y 8,5, con mayor preferencia entre 5,5 y 8,5 y con la máxima preferencia 6,0 y 8,0, con la máxima preferencia 6,5-7,5.
4. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el tratamiento térmico se produce cuando la solución de WPC o WPI pasa a lo largo de una ruta de flujo calentado con un diámetro interior mayor que 5 mm y menor que 150 mm, preferiblemente la solución pasa a través de un reactor tubular largo y sale a una temperatura entre 60 °C y 110 °C.
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el WPC o WPI modificado seco tiene 50-95 % de los sólidos totales como proteína de suero, con mayor preferencia 52-90 %, en donde el tratamiento térmico se lleva a cabo a más de 70 °C y la etapa (b) utiliza una bomba de alta presión para alimentar el concentrado de proteínas a una presión de entre 3 y 1000 bar, preferiblemente de 5 a 500 bar, con la máxima preferencia de 10 a 350 bar en un calentador de alta presión, el flujo del producto es tal que se produce un flujo turbulento y
 - (d) al final del tratamiento térmico, transferir rápidamente el material tratado térmicamente directamente a un secador, preferiblemente un secador por pulverización; y
 - (d) secar el WPC o WPI tratado térmicamente,
 en donde la corriente de WPC tratada del sistema de tratamiento térmico (c) no se somete a un procedimiento de reducción del tamaño de partículas antes del secado, y en donde preferiblemente la zona de tratamiento térmico se acopla directamente a la entrada del secador.
6. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el flujo turbulento tiene un número de Reynolds superior a 1000, preferiblemente superior a 1500, con mayor preferencia en el intervalo de 2000-50 000.
7. Un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde en la etapa (b) la solución se trata térmicamente a una temperatura de 70 °C a 150 °C.
8. Un método para aumentar el contenido de proteína de un producto alimenticio que comprende preparar un WPC o WPI tratado térmicamente por un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 7 e incluir el WPC o WPI en los ingredientes del producto alimenticio.
9. Un método como se reivindica en la reivindicación 8, en donde el producto alimenticio es un aperitivo en barra preparado por un método que comprende derretir la grasa, si se requiere derretirla, y mezclar la grasa o aceite con carbohidratos y WPC y dejar endurecer la mezcla.
10. Un método para preparar un yogur que comprende preparar un WPC o WPI secado por un método de acuerdo con la reivindicación 1 y que incluye el WPC o WPI secado como ingrediente en el yogur.
11. Un método como se reivindica en la reivindicación 10 que comprende preparar una leche de yogur que tiene al

menos 7 % (p/v) preferiblemente 8-20 % (p/v), con mayor preferencia 10-16 % (p/v) de proteína mediante el mezclado del WPC o WPI secado modificado con una leche que comprende caseína y acidificar la leche de yogur a un pH de 3,8-5,5, preferiblemente 4,0-5,0.

- 5 12. Un método para preparar una bebida de yogur que comprende preparar un WPC o WPI secado por un método de acuerdo con la reivindicación 1, mezclar el WPC o WPI secado con una leche que contiene caseína y acidificar a un pH de 3,8-5,5 para preparar una bebida de yogur que comprende 1,5-15 % (p/v) de proteína.
- 10 13. Un método para preparar un hidrolizado de proteína de suero que comprende preparar un WPC o WPI tratado térmicamente mediante un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 y poner en contacto el WPC o WPI tratado térmicamente con una proteasa.
- 15 14. Un método para preparar un queso procesado que comprende preparar un WPC o WPI por un método como se reivindica en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, mezclar el WPC o WPI con otros ingredientes que incluyen queso y agua, cocer para formar un queso procesado fundido y dejar enfriar.

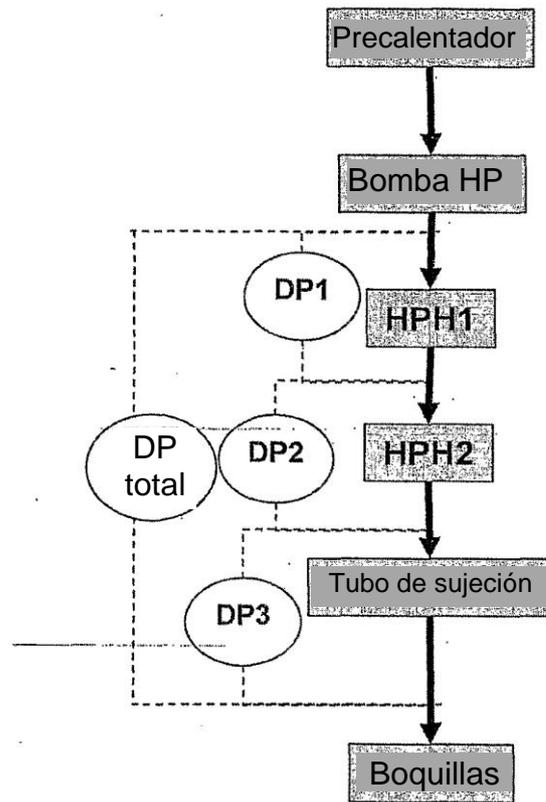


Figura 1

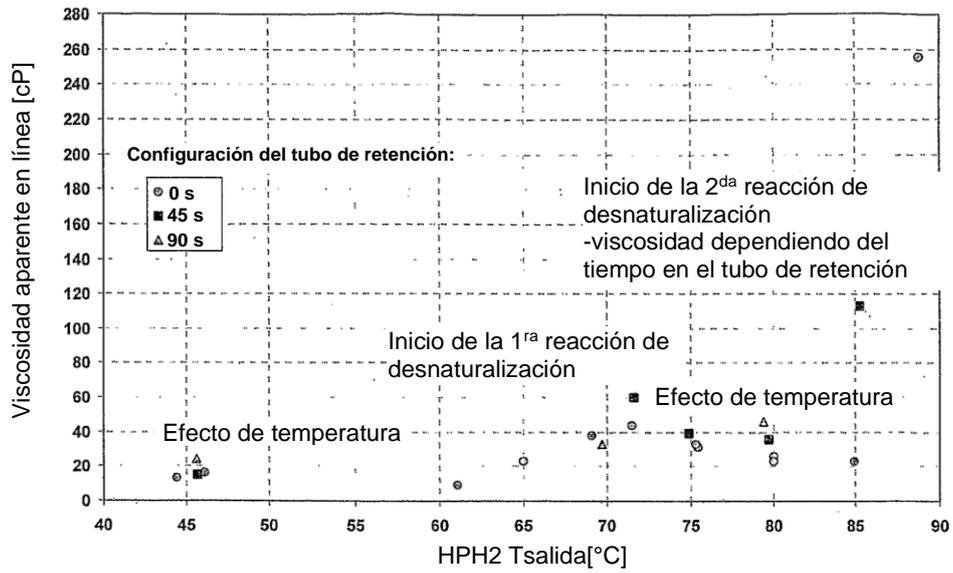


Figura 2

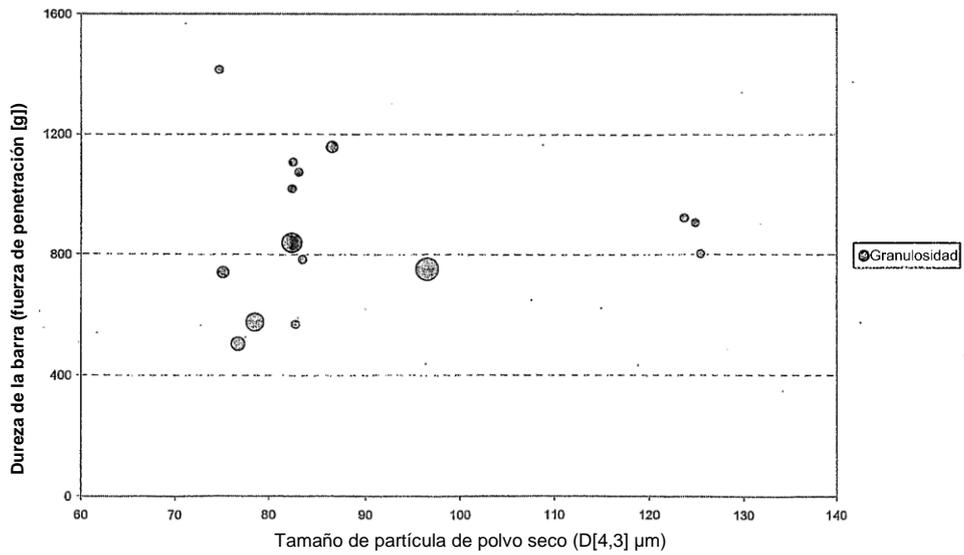


Figura 3

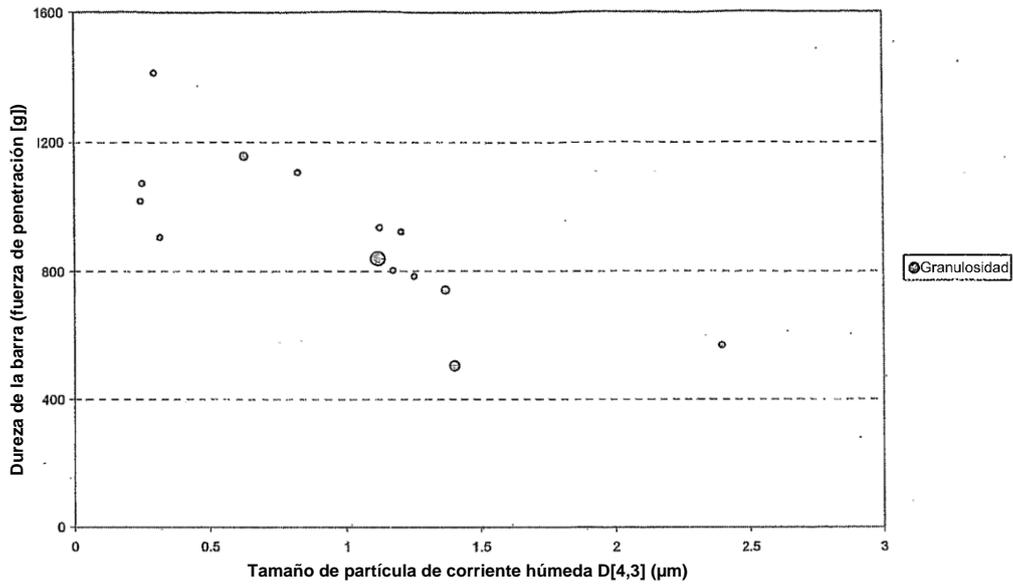


Figura 4

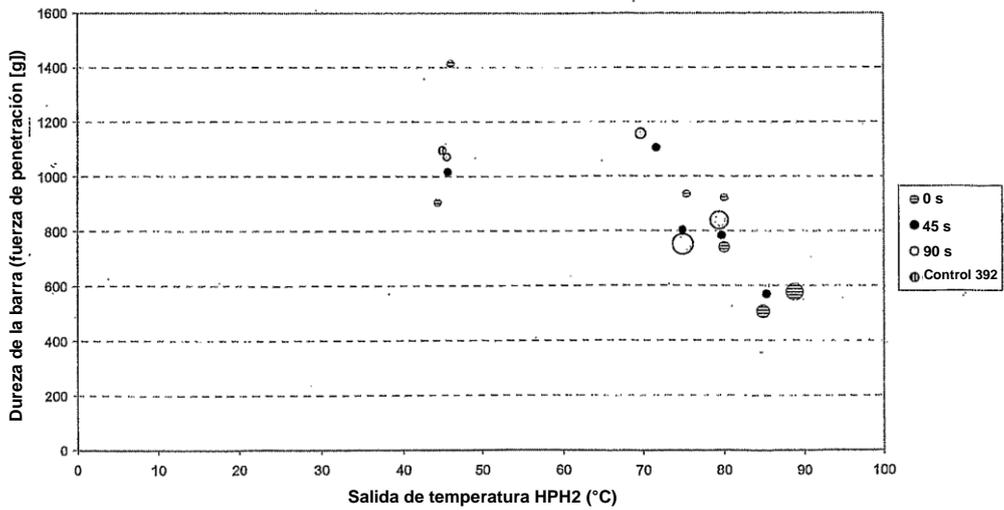


Figura 5

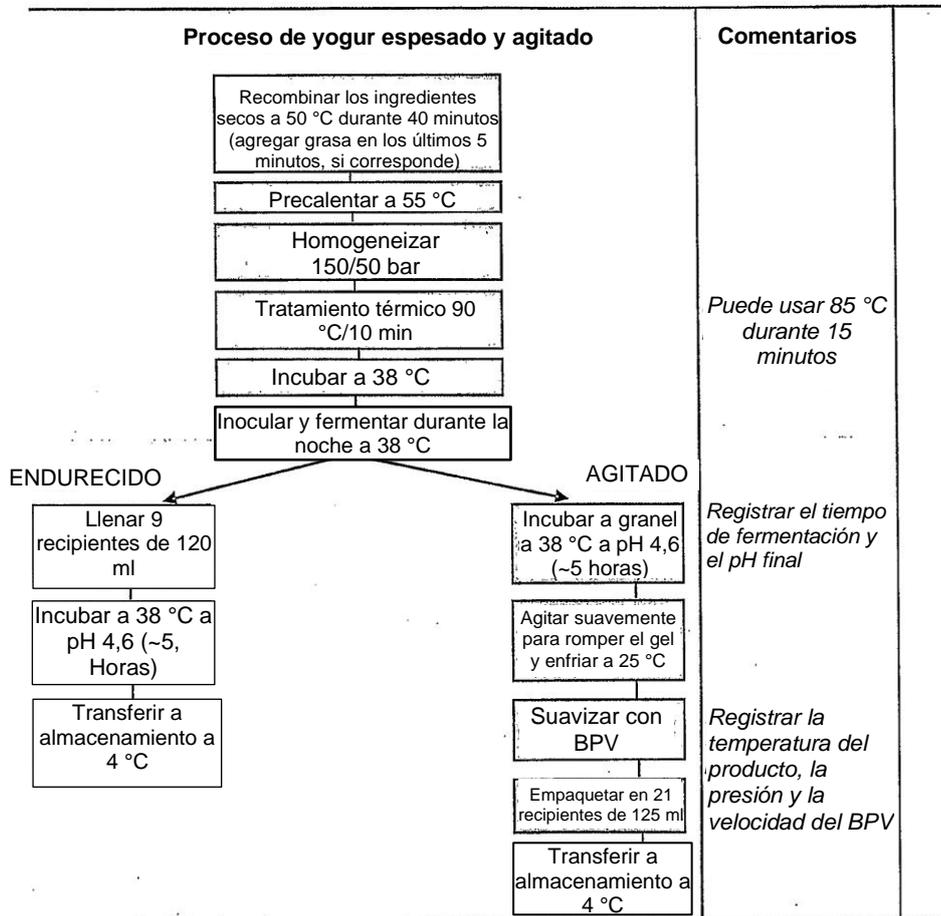
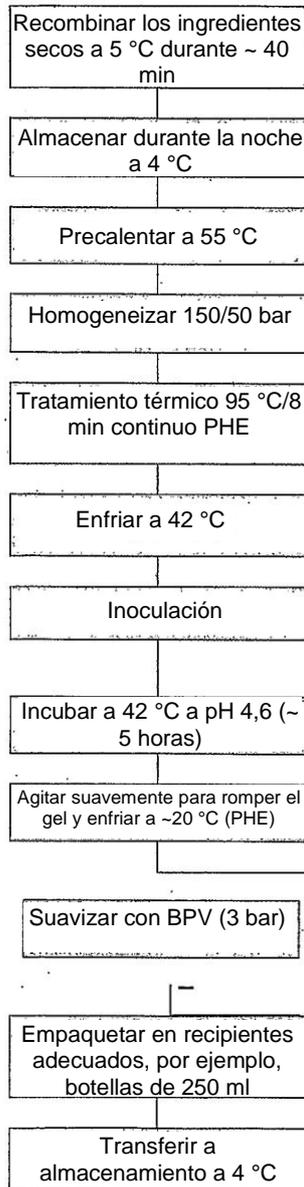


Figura 6

Figura 7



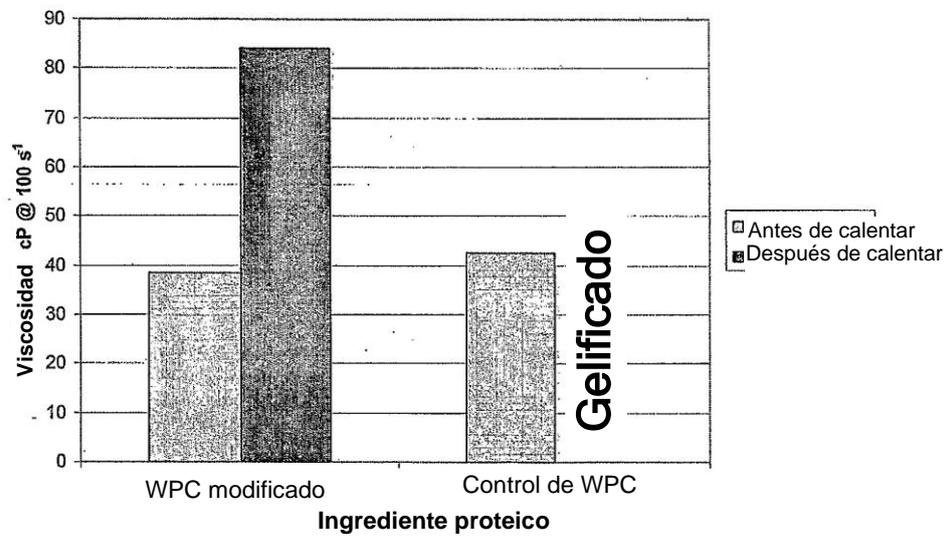


Figura 8

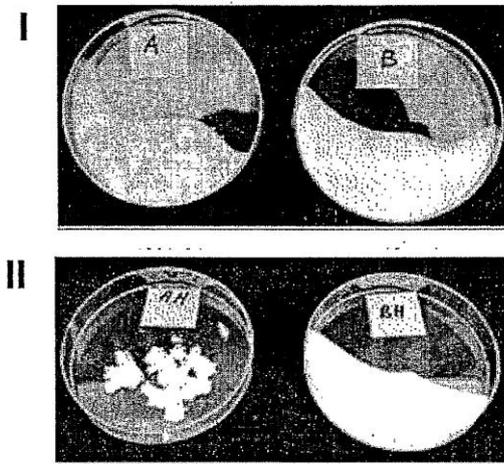


Figura 9

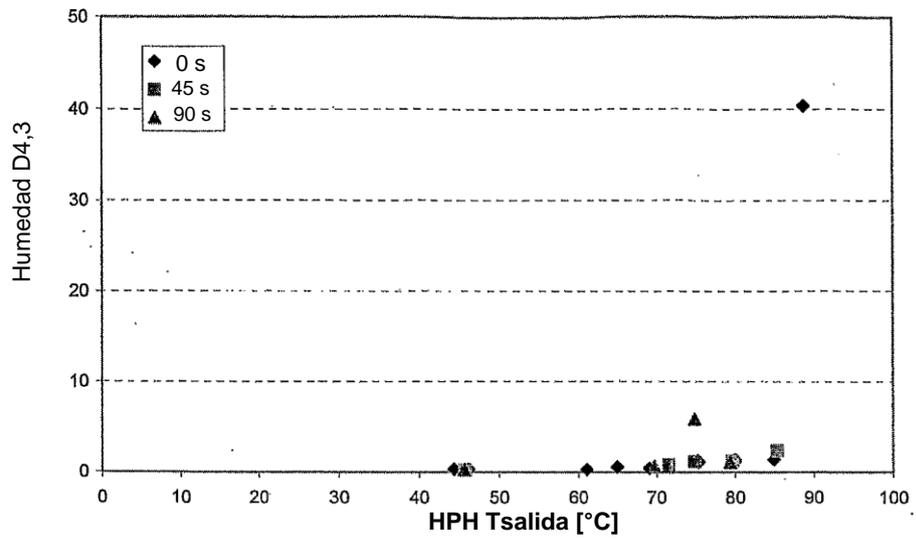


Figura 10

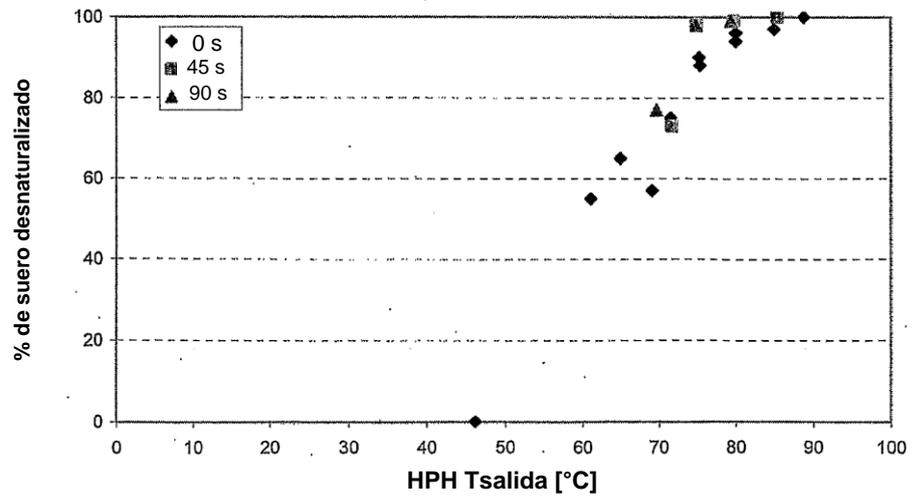


Figura 11