

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 029**

51 Int. Cl.:  
**A23C 9/154** (2006.01)  
**A23C 19/09** (2006.01)  
**A23C 9/15** (2006.01)  
**A23C 20/00** (2006.01)  
**A23J 1/20** (2006.01)  
**A23J 3/08** (2006.01)  
**A23L 1/0562** (2006.01)  
**A23C 9/146** (2006.01)  
**A23C 19/028** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **02761969 .1**  
96 Fecha de presentación: **10.04.2002**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1385388**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.02.2004**

54 Título: **Concentrados de proteínas de la leche modificados y su uso en la producción de geles y productos lácteos**

30 Prioridad:  
**12.04.2001 NZ 51109501**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.10.2012**

73 Titular/es:  
**NEW ZEALAND DAIRY BOARD  
PASTORAL HOUSE 25 THE TERRACE  
WELLINGTON 1, NZ**

72 Inventor/es:  
**DYBING, Stephen, T.;**  
**BHASKAR, Ganugapati, Vijaya;**  
**DUNLOP, Francis, Patrick;**  
**FAYERMAN, Anthony, Michael y**  
**WHITTON, Michael, John**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 389 029 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

Concentrados de proteínas de la leche modificados y su uso en la producción de geles y productos lácteos

## 5 Campo técnico

Esta invención se refiere a la producción de concentrados de proteínas de la leche modificados con cationes (MPCs – siglas en inglés) con un contenido reducido en calcio utilizando un intercambiador de cationes. Se refiere también al uso de MPCs de este tipo en la producción de geles comestibles. Finalmente, se refiere al uso de este tipo de geles para producir quesos, productos similares al queso, productos apetitosos, postres, productos de repostería y productos alimenticios intermedios.

Técnica de antecedentes

15 Los fabricantes de quesos expertos en su técnica son capaces de variar los parámetros en la producción del queso para ajustar ampliamente la composición, textura y propiedades organolépticas de tipos de queso naturales, disponibles durante mucho tiempo en diferentes partes del mundo. El queso natural tradicional se puede clasificar como un gel alimenticio que consiste en una matriz proteica hidratada en la que están distribuidas partículas de grasa. En el queso, la matriz proteica consiste principalmente en caseína hidratada y sus productos de reacción, formando complejo con minerales que consisten principalmente en una diversidad de sales fosfato de calcio. Aparte de la composición bruta (grasa, proteínas, agua y concentraciones salinas), las variables principales que puede manipular el fabricante de quesos para proporcionar una gama de texturas son las condiciones del tratamiento químico en la tina, p. ej. la concentración del cuajo, el tiempo, la temperatura, la concentración iónica y el pH. Estas variables influyen sobre la velocidad y grado de expulsión del suero de la leche a partir de las partículas de la cuajada durante el proceso de sinéresis. Durante la sinéresis, los minerales son expulsados de las partículas de la cuajada junto con los otros constituyentes del suero de la leche. Uno de los minerales principales que influye en la textura de la cuajada del queso es el calcio<sup>1,2</sup>. El contenido en calcio de una diversidad de tipo de quesos tradicionales es proporcionado por Fox<sup>3</sup>.

30 En la producción no tradicional del queso, el contenido en calcio del producto se puede manipular mediante una diversidad de procesos que han sido previamente revelados. Véase Moran et al (patente de EE.UU. 6.183.804) como un ejemplo reciente, quién enseña que el contenido en calcio de un MPC se puede ajustar (es decir, reducir) mediante la acidificación de la leche antes de la ultrafiltración. También se enseña que, además, si se desea, se puede añadir cloruro sódico a la leche antes de la ultrafiltración con el fin de reducir el contenido en calcio. Al utilizar estas técnicas, existe un límite práctico a la proporción del calcio que puede ser separado durante la ultrafiltración de la leche debido a factores tales como precipitación de proteínas<sup>4</sup>, viscosidad del material retenido y límites en cuanto al grado de diafiltración.

40 Adicionalmente, se pueden impedir<sup>5</sup> tasas de flujo de ultrafiltración, y la contaminación del material permeado por parte de la sal o ácido añadido puede reducir su valor. Típicamente, el límite de separación práctico utilizando técnicas de membrana en una planta comercial sería de aproximadamente 20% del calcio. A lo largo de la descripción de la presente invención, el calcio se utiliza como el mineral de referencia para comparar cationes divalentes en las corrientes y los productos del proceso modificados. Debe señalarse que también se modificarán niveles de otros minerales, p. ej. magnesio.

45

<sup>1</sup>Robinson R.K. y Wilbey R A. Cheesemaking 3<sup>a</sup> ed. Capt. 8, Aspen Publishers, Gaithersburg, 1998.

50 <sup>2</sup> Creamer L, Gilles J y Lawrence R C. Effect of pH on the texture of Cheddar and Colby cheese. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology, 23, 23-35 (1988).

<sup>3</sup>Fox PF. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Vol. 1. General Aspects, 2<sup>a</sup> ed. pág. 563. Chapman y Hall, Londres, 1993.

<sup>4</sup>Véase Walstra P. On the stability of casein micelles. Journal of Dairy Science **73**, 1965-1979 (1999).

55 <sup>5</sup>Véase Ecker K F y Zattola E A. Modelling flux of skim milk as a function of pH, acidulant and temperature. Journal of Dairy Science. 75, 2952-2958 (1992) y también Ernstrom A C, Sutherland B J y Jameson G W. Cheese base for processing. A high yield product from whole milk by ultrafiltration. Journal of Dairy Science. 63, 228-234 (1980).

Arnaud et al (solicitud de patente Europea EP 16292) enseña que esencialmente el 100% del calcio puede ser separado de la leche y productos lácteos utilizando el tratamiento con una resina de intercambio de cationes cuando está cargada con cationes monovalentes.

5 Un método adicional para separar el calcio de las micelas de caseína consiste en unirlos químicamente utilizando agentes secuestrantes comestibles tales como sales fosfato o citrato. Agentes de este tipo se conocen en la técnica de conversión de queso natural en queso procesado, untables de queso procesado y productos de este tipo. Agentes de este tipo se conocen como "sales de fusión". La quelación de calcio utilizando agentes tales como EDTA en la modificación de las características de solubilidad de un MPC fue enseñada por Blazey et al en el documento WO 01/41578.

Arnaud et al (solicitud de patente Europea EP 16292) describe que el queso tratado mediante intercambio de cationes se puede convertir en un untable de queso procesado, sin necesidad de utilizar sales de fusión.

15 Los autores de la invención han descubierto que al utilizar un tratamiento con resina de intercambio de cationes y restringir el grado de la separación de calcio, existe un intervalo de concentraciones de calcio intermedias mayores que las utilizadas en los procesos enseñados por Moran et al y menores que las concentraciones enseñadas por Arnaud et al, que crea la oportunidad de producir una gama de nuevos geles proteínicos, queso y productos similares al queso sin utilizar enzimas coagulantes, p. ej. cuajo, sales de fusión o gomas.

20 Es un objeto de esta invención lograr este deseo o, al menos, ofrecer al público una elección útil.

En el único ejemplo proporcionado en la memoria descriptiva del documento EP 16292 existe una separación casi completa de calcio a partir del precursor "producto lácteo", queso Cheddar, antes de preparar el producto lácteo (queso procesado). No existe indicio ni sugerencia alguna de que los autores de la invención realizaran intento alguno por limitar la separación de calcio hasta un nivel predeterminado. No existe sugerencia alguna de que al controlar el nivel de iones calcio separados sea posible producir MPCs adecuados para el uso en la producción de geles alimenticios o productos de gel similares a queso con propiedades predeterminadas.

30 El documento FR-A-2 452 879 describe un método para producir un concentrado de proteínas de la leche, que incluye someter una disolución de concentrado de proteínas de la leche a intercambio de iones, seguido de gelificación del material retenido mediante cuajada con fermentación láctica a 32°C.

35 El documento EP-A1-0 016 262 describe producir un concentrado de proteínas de la leche modificado, adecuado para producir un queso procesado que incluye la descalcificación mediante el intercambio de iones.

El documento WO 01 41578 A1 describe la producción de queso dispersando en leche un MPC agotado en calcio y tratando la mezcla con enzimas coagulantes.

40 Descripción de la invención

De acuerdo con la presente invención se proporciona un método para producir un gel alimenticio, comprendiendo el método agotar el contenido en calcio de un concentrado de proteínas de la leche (MPC) no modificado al 20 a 85% del contenido en calcio del MPC no modificado, sometiendo una disolución acuosa del MPC no modificado a intercambio de cationes utilizando un intercambiador de cationes aprobado para uso alimenticio que contiene cationes monovalentes, y recuperando un MPC modificado; calentar el MPC modificado hasta una temperatura de 35°C a 95°C y mantener dicha temperatura hasta que se forme un gel, y recuperar dicho gel.

50 Preferiblemente, dicha disolución acuosa de MPC no modificado se divide en dos corrientes del proceso, la primera de las cuales se somete a dicho intercambio de cationes y la segunda de las cuales se combina con dicha primera corriente después de que dicha primera corriente haya sido sometida a dicho intercambio de iones para producir una corriente de dicho MPC modificado.

55 Ventajosamente, dicho contenido en calcio de dicho MPC modificado está agotado hasta un 40 a 60% del contenido en calcio de dicho MPC no modificado.

Preferiblemente, no se utilizan enzimas coagulantes.

60 Ventajosamente, dicho MPC se calienta hasta una temperatura de 50° a 90 °C.

Convenientemente, ingredientes para preparar productos lácteos se añaden a dicho gel después de haberse

formado éste.

Alternativamente, los ingredientes para preparar productos lácteos se añaden a dicho MPC modificado antes de que se forme dicho gel.

5 Ventajosamente, dicho MPC no modificado se produce a partir de un material retenido de la ultrafiltración de leche desnatada.

10 Preferiblemente, se continúa con la ultrafiltración hasta que dicho MPC contenga 14 a 45% de sólidos totales.

Convenientemente, dicho MPC no modificado se produce a partir de un material retenido de la ultrafiltración de leche entera.

15 Ventajosamente, se continúa con dicha ultrafiltración hasta que dicho MPC contenga de 20 a 65% de sólidos totales.

Convenientemente, dicho intercambio de iones se realiza a un pH de 4,5 a 8,0.

20 Preferiblemente, dicho intercambio de iones se realiza en una columna de intercambio de iones, y dicho intercambiador de cationes aprobado para uso alimenticio se carga con iones potasio o sodio.

Preferiblemente, dicho intercambiador se carga con cationes de sodio.

25 Ventajosamente, ingredientes para la producción del queso se añaden a dicho MPC modificado antes del calentamiento para formar dicho gel.

Preferiblemente, dicho MPC modificado se concentra mediante filtración en membrana después de dicha etapa de intercambio de iones.

30 Convenientemente, dicha disolución que contiene MPC no modificado se somete a intercambio de iones de proteínas antes de ser sometido a intercambio de cationes.

Breve descripción de los dibujos

35 La invención se comprenderá más enteramente con referencia a la Figura 1, que es un diagrama de flujo de un procedimiento de acuerdo con la invención. La Figura 1 ilustra las etapas requeridas para producir MPCs modificados, líquidos o secados, y la formulación y etapas de tratamiento requeridas para la producción de una amplia gama de geles alimenticios listos para el consumo, p. ej. productos similares a queso natural, postres, análogos de carne, etc., en base a estos MPCs modificados.

40 Modos de llevar a cabo la invención

Preparación de MPCs modificados

45 Con referencia a la Figura 1, el material de partida preferido es leche. Más particularmente, el contenido en grasa de la leche entera se ajusta según se desee utilizando la separación para eliminar grasa tal como nata, o utilizando una estandarización para reducir o enriquecer el contenido en grasa añadiendo la nata o productos de la leche desnatada apropiados. La separación y/o estandarización puede producir un material de partida que oscile desde leche desnatada a leche entera enriquecida en grasas. Un material de partida más preferido es leche desnatada con 0,06 a 0,08% de grasa, o leche entera. La leche se pasteuriza y se enfría según se requiera utilizando procesos convencionales. Si es necesario, el tamaño de los glóbulos de grasa en la leche se puede reducir mediante homogeneización.

55 Se pueden utilizar numerosos procesos de filtración para separar porciones deseadas del agua, lactosa, sales de la leche y (opcionalmente) algunas o la totalidad de las proteínas del suero de la leche procedentes de la leche para crear la disolución de MPC deseada. La filtración continua en membrana es el método preferido para fraccionar los componentes de la leche. Más preferiblemente, la leche preparada se fracciona para producir una disolución de MPC mediante ultrafiltración (UF) utilizando un sistema de membranas adecuado, capaz de conseguir un factor de concentración de volumen (FCV = volumen de leche/volumen de material retenido) entre 2 y 8 veces. Un sistema de UF preferido está equipado con una membrana capaz de retener compuestos con un peso molecular mayor que 10.000 a 30.000, que se utiliza para producir un material retenido por UF con un FCV entre 3 y 6 veces. La concentración de proteínas se puede potenciar durante la UF mediante diafiltración (DF); el proceso de añadir agua

durante la UF para aumentar la eliminación de lactosa y sales de la leche disueltas y reducir la viscosidad del material retenido. Un sistema de UF/DF adecuado producirá materiales retenidos con un contenido en sólidos totales (TS – siglas en inglés) de 14% a 50%. El sistema de UF/DF preferido produce materiales retenidos procedentes de la leche desnatada con 14% a 30% de TS, y materiales retenidos procedentes de la leche entera con 35% a 45% de TS. El sistema de UF/DF preferido debería producir materiales retenidos por UF que contengan esencialmente la totalidad de las caseínas y proteínas del suero de la leche inicialmente presentes en la corriente de alimentación de la leche. El uso de filtración en la fabricación de MPCs está bien documentado<sup>6,7,8</sup>.

Tal como se discute en la sección Técnica de Antecedentes de este documento, ya se conoce que el contenido en minerales divalentes un MPC puede ser manipulando ajustando el pH de la leche antes de la filtración. El pH de la leche se puede ajustar dentro del intervalo de 3,0 a 9,5 mediante la adición de ácidos y/o álcalis comestibles. El grado de ajuste del pH fomenta la disolución de los iones divalentes en la caseína, permitiendo que estos minerales migren al suero de la leche y sean separados de la leche durante la filtración. Un proceso preferido consiste en reducir el pH de la leche a una temperatura  $\leq 18^{\circ}\text{C}$  mediante la adición de ácidos comestibles para potenciar la disolución de complejos minerales divalentes presentes en la caseína. Alternativamente, la separación potencial de los iones divalentes se puede lograr añadiendo ácido para reducir el pH de la leche, manteniendo la leche durante un período de tiempo definido y elevando el pH mediante la adición de álcalis. Una secuencia preferida para realizar una separación potenciada de los iones divalentes a partir de las micelas de la caseína mediante manipulación del pH incluye: (1) reducción del pH de la leche a una temperatura de  $\leq 15^{\circ}\text{C}$  hasta entre 4,9 y 5,4 con un ácido orgánico de calidad alimenticia; (2) mantener la leche a esta temperatura con una suave agitación durante 30 a 45 minutos; (3) añadir álcali de calidad alimenticia para aumentar el pH de la leche hasta 5,8 a 6,2 e inmediatamente continuar con el tratamiento deseado. Un ácido más preferido para el ajuste del pH es un ácido orgánico comestible, y el ácido orgánico más preferido es ácido láctico.

Alternativamente, o además de ácido, opcionalmente se pueden añadir a la leche, antes de la filtración, sales comestibles que contienen cationes monovalentes. Después de la adición de los cationes monovalentes, la leche se mantiene preferiblemente durante 30 minutos con suave agitación antes de la UF.

Sin embargo, la totalidad de los procesos conocidos anteriores se limita a un nivel práctico máximo de agotamiento de calcio de sólo aproximadamente 20%. Estos procesos conocidos tampoco se prefieren, debido a tasas de flujo significativamente reducidas a través de algunas membranas de filtración a pH reducido y la formación de permeados de carácter ácido y/o de sales. Los métodos conocidos anteriores para reducir el nivel de cationes divalentes en una disolución de MPC se pueden utilizar como una etapa preliminar antes de llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con la invención.

Para los fines de esta memoria descriptiva, el porcentaje de agotamiento de calcio se referencia a los milimoles de calcio por kg de proteína total que se encuentran típicamente en disoluciones de MPC equivalentes producidas por la filtración de la leche al pH típico de la leche fresca, es decir, 6,6 a 6,8.

A pesar de que el procedimiento descrito con referencia a la figura 1 contempla la formación de MPC a partir de leche fresca y el tratamiento inmediato de ese material retenido en una columna de intercambio de iones, es igualmente posible constituir una disolución proteica acuosa reconstituyendo un MPC secado para el tratamiento ulterior de acuerdo con esta invención.

En el procedimiento de acuerdo con la invención, el contenido en minerales de la disolución de MPC se modifica tratando de 10 a 100% de la disolución de MPC en un reactor de intercambio de iones que contiene la resina apropiadamente cargada. Un reactor de intercambio de iones preferido contiene una resina de intercambio de cationes cargada con cationes monovalentes tales como iones hidrógeno ( $\text{H}^+$ ), potasio ( $\text{K}^+$ ) o sodio ( $\text{Na}^+$ ). Más preferiblemente, la resina de intercambio de cationes se cargará con iones sodio para realizar el intercambio y la separación de la cantidad deseada de cationes divalentes, particularmente  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$  a partir de la disolución de MPC.

<sup>6</sup> Renner E y Abd El-Salam M H. Application of ultrafiltration in the Dairy Industry. (1991) Elsevier Applied Science, Londres, Inglaterra.

<sup>7</sup> Glover F A. Ultrafiltration and Reverse Osmosis for the Dairy Industry. Technology Bulletin 5 National Institute of Research in Diaring. (1985) Reading, Inglaterra.

<sup>8</sup> Cheryan y Minir. Ultrafiltration and Microfiltration Handbook. (1988) Technomic Publishing, Lancaster, PA, EE.UU.

En el caso en el que el 100% de la disolución de MPC se haga pasar a través de la resina de intercambio de iones, la separación de calcio se limita a no menos del 20% y a no más del 80% del calcio en la disolución de MPC original. El proceso preferido para lograr el nivel de agotamiento de calcio diana consiste en intercambiar con iones parte de la disolución de MPC y luego mezclar esto con disolución de MPC que no ha sido tratada mediante intercambio de iones. Preferiblemente, > 10%, pero < 100% de la disolución de MPC original se trata mediante intercambio de iones para separar 20 a 95% del calcio en la disolución de MPC intercambiada con iones, que será preferiblemente reemplazada por sodio. Más preferiblemente, el intercambio de cationes separará 60 a 85% del calcio en la disolución de MPC intercambiada con iones, que será reemplazada preferiblemente por sodio. La disolución de MPC intercambiada con iones se mezcla luego con disolución de MPC que no ha sido tratada mediante intercambio de iones para producir una mezcla con un nivel de agotamiento de calcio no menor que 20% y no mayor que 80% del calcio en la disolución de MPC original.

El diseño del reactor de intercambio de iones y la cantidad de resina de intercambio de iones utilizada debería fomentar una velocidad de reacción adecuadamente rápida para el intercambio de cationes divalentes con cationes monovalentes. La cantidad de iones calcio separada de la disolución de MPC se controla mediante la selección de la resina apropiada, la concentración de MPC, la viscosidad en la columna de intercambio de iones y las condiciones de tratamiento dentro de la columna de intercambio de iones. Condiciones de este tipo incluyen tiempo de permanencia, pH, temperatura, volumen de líquido, volumen de resina, capacidad de intercambio y características de disgregación del lecho de la resina. La puesta en funcionamiento del proceso de intercambio de iones se puede realizar por parte de los expertos en la técnica<sup>9,10,11</sup>.

Una disolución de MPC preferida añadida al reactor de intercambio de iones contiene aproximadamente 10% de sólidos totales. El pH se ajusta a aproximadamente 5,9 antes del intercambio de iones mediante la adición de un ácido de calidad alimenticia adecuado para reducir la viscosidad del fluido en la columna de intercambio de iones. Una resina de intercambio de iones preferida es Amberlite SRIL Na, aprobada para fines alimenticios. Preferiblemente, el intercambio de iones se realiza a una temperatura de 2 a 60°C. Temperaturas superiores reducen la viscosidad del fluido en el recipiente de intercambio de iones, pero se prefieren 10 °C para controlar el crecimiento de organismos microbiológicos.

Preferiblemente, en la corriente de MPC mezclada, el calcio está agotado en > 20% pero en < 80%. El nivel de agotamiento de calcio en el MPC se selecciona en base a las características físicas y químicas deseadas del producto final y el proceso de formación de gel, p. ej. las tasas requeridas de hidratación de polvo de MPC, emulsión y gelificación. Este intervalo de agotamiento de calcio conseguido por parte de esta invención es mayor que los niveles de agotamiento de calcio alcanzables en la práctica mediante los métodos conocidos de la adición de ácidos o sales antes de la filtración, y menor que los niveles de agotamiento de calcio enseñados por Arnaud en el documento EPA16292.

Para crear un gel similar a queso Cheddar, aproximadamente 25% hasta aproximadamente 60% de una disolución de MPC desnatada se trata mediante intercambio de iones para separar aproximadamente 80% hasta aproximadamente 90% del calcio. Esta disolución tratada se combina con una disolución de MPC que no ha sido sometida a intercambio de iones para producir en la mezcla el nivel de agotamiento de calcio diana de aproximadamente 25% a aproximadamente 45%. Los Ejemplos en esta memoria descriptiva ilustran una gama de otras aplicaciones de producto final producidas a partir de una gama de MPCs modificados.

La disolución de MPC se puede hacer pasar opcionalmente a través de un sistema de intercambio de iones separado para modificar el contenido en proteína, además del intercambio de iones minerales. Preferiblemente, el sistema de intercambio de iones para modificar proteínas se realiza en secuencia antes del intercambio de iones para modificar el contenido en minerales. Más preferiblemente, el sistema de intercambio de iones utilizado para modificar el contenido en proteínas de la disolución de proteínas concentrada contendrá una resina capaz de separar  $\beta$ -lactoglobulina ( $\beta$ -Lg). Un sistema de intercambio de iones de este tipo produciría, por lo tanto, preferiblemente una disolución de MPC de la que se han separado en su totalidad o en parte  $\beta$ -Lg y proteínas similares antes del subsiguiente uso de intercambio de iones para la modificación del contenido en minerales.

<sup>9</sup>Perry. Chemical Engineers Handbook. Sexta edición. Capítulo 16

<sup>10</sup>Vermeulen T y LeVan D. Adsorption and Ion Exchange. McGraw Hill (1984).

<sup>11</sup>Nachod F C y Schubest J. Ion Exchange Technology. Academic Press, Nueva York (1956).

Adicionalmente, la concentración de la disolución de proteínas puede continuar opcionalmente después del uso de intercambio de iones para modificar ulteriormente el contenido en minerales y, posiblemente, el contenido en proteínas del MPC. Preferiblemente, se utiliza una combinación de UF y DF para concentrar la corriente de proteínas y reducir su contenido en cationes monovalentes por kg de proteínas totales.

5 Preferiblemente, si se han de añadir sales al MPC, sales con cationes monovalentes se añaden a la disolución de MPC después de la filtración. Preferiblemente, cloruro de sodio y/o cloruro de potasio se añaden a la disolución de proteínas concentrada a un nivel de aproximadamente 0,05 a 2,5%.

10 Opcionalmente, se puede conseguir una concentración adicional de la disolución de MPC por procesos convencionales, incluida la evaporación. Métodos de evaporación incluyen, pero no se limitan al uso de evaporadores de película descendente, tubulares y de superficie de barrido (película limpia). La evaporación de la disolución de MPC modificado continúa hasta un nivel en sólidos totales (TS) de aproximadamente 25% hasta  
15 la evaporación, se puede ajustar según se desee mediante la adición de nata con un contenido en grasa adecuado. El contenido en sales de la disolución de MPC modificado también se puede ajustar mediante la adición de cloruro de sodio y/o cloruro de potasio según se desee, ya sea antes o después de la evaporación. La disolución de MPC modificado concentrada puede utilizarse directamente en la formulación y formación de geles alimenticios según se describe más adelante.

20 Alternativamente, la disolución de MPC modificado concentrada puede opcionalmente secarse hasta formar un polvo. Métodos de secado incluyen, pero no se limitan al uso de secadores por pulverización, en lecho fluido y de congelación. El TS preferido del producto después del secado es de aproximadamente 95%. El polvo de MPC modificado secado es estable en la conservación y se puede envasar y almacenar hasta que se necesite para  
25 completar la formación de gel/fabricación de queso en una fecha posterior, posiblemente en un lugar diferente. Opcionalmente, puede iniciarse un tratamiento adicional cuando se desee convertir el polvo en el gel alimenticio deseado.

#### Formación de geles alimenticios a partir de MPCs modificados

30 Opcionalmente, disoluciones de MPC modificado concentradas, polvos de MPC modificado secados o una combinación de disoluciones de MPC modificado y polvos de MPC modificado se pueden combinar con una fuente de grasa adecuada. Fuentes de grasa adecuadas incluyen nata, nata plástica, mantequilla, grasa de leche anhidra, mantequilla clarificada y aceites comestibles. Las fuentes de grasa más preferidas son nata plástica (un producto lácteo que contiene aproximadamente 80% de grasa de la leche), mantequilla y/o grasa de leche anhidra. Un  
35 proceso opcional cuando se utiliza polvo de MPC modificado secado consiste en mezclar el polvo de MPC modificado en la grasa con una agitación suficiente para preparar un producto homogéneo a modo de pasta.

40 La formación de gel se puede inducir en la mezcla antes mencionada mediante calentamiento, indirectamente a través de una camisa calefactora, o directamente mediante la adición de vapor culinario, desde aproximadamente 35 °C hasta aproximadamente 95 °C. Preferiblemente, la formación de gel para la producción de cualquier variedad de queso, que incluye pero no se limita a queso Cheddar, se induce a temperaturas entre aproximadamente 35°C y aproximadamente 75°C. El nivel de agitación se selecciona para producir un gel alimenticio que, tras el enfriamiento, tiene el cuerpo, textura, tamaño de glóbulos de grasa y características de fusión deseados.  
45 Opcionalmente, durante el proceso de gelificación se pueden variar las velocidades de cizalla.

No se requieren enzimas coagulantes, p. ej. cuajo, sales de fusión o gomas para formar estos geles, pero estos ingredientes se pueden añadir para manipular la textura de los geles, si se requiere. Si se desea, los geles alimenticios se pueden procesar adicionalmente, p. ej. los geles alimenticios similares a queso pueden procesarse  
50 utilizando técnicas de fabricación de queso procesado convencionales para preparar productos similares a queso procesado.

En una serie de experimentos, los autores de la invención descubrieron que para un producto de gel alimenticio dado existe un intervalo óptimo de niveles de agotamiento de calcio para la producción de geles útiles. Una serie  
55 de polvos de MPC modificado con un intervalo de concentraciones de calcio se preparó de acuerdo con el proceso dado en el Ejemplo 1. Estas series incluían polvos preparados a partir de leche desnatada así como de leche entera. Las series incluían también un par de polvos de MPC de referencia de leche desnatada y leche entera que no fueron sometidos al proceso de agotamiento de calcio por intercambio de iones. En los experimentos realizados en una caldera Blentech descritos en el Ejemplo 3, se examinó la capacidad de estos polvos de producir un gel con la composición nominal de queso Cheddar (35% de humedad). Los resultados de las propiedades de los geles  
60 producidos a partir de estas dos series de polvos se resumen en la Tabla 1. Se produjo una combinación de geles aceptables e inaceptables. Estos resultados se clasificaron de acuerdo con el nivel de calcio (kg de Ca/kg de

proteína) en el MPC, y los resultados se recogen en la Tabla 2.

La Tabla 2 muestra que existía un intervalo preferido de concentraciones de calcio para la producción de geles aceptables con una composición nominal de queso Cheddar, que era independiente de la fuente de leche inicial (leche desnatada o leche entera).

Los resultados mostrados en la Tabla 2 conducen a los autores de la invención a la conclusión de que para la aplicación de preparar un producto similar a queso Cheddar, niveles de agotamiento de calcio menores que aproximadamente 25% proporcionan una deficiente hidratación del polvo de MPC y no se formaba un gel útil con calentamiento. Además, a altos niveles de agotamiento de calcio, mayores que aproximadamente 70%, los autores de la invención encuentran que se produce una combinación inaceptable de dispersabilidad deficiente de la grasa y formación de gel tras el calentamiento.

En una serie adicional de experimentos, los Ejemplos en esta memoria descriptiva ilustran la forma en que diferentes polvos de MPC (con 70 y 85% de proteínas sobre una base seca) y diferentes niveles de agotamiento de calcio se pueden utilizar para producir una amplia gama de geles alimenticios lácteos.

**Tabla 1: Preparación de geles similares a queso Cheddar a partir de MPCs agotados en calcio en caldera de doble tornillo sin fin Blentech**

Clase de polvo	Contenido en calcio <sup>1</sup>	Agotamiento de calcio <sup>2</sup> (%)	Hidratación y dispersión de polvo	Incorporación de grasa	Formación de gel
MPC70 con alto contenido en grasa	784.....0 <sup>4</sup>		Grumos	Aceptable	Pasta
	582	26	Grumos	Aceptable	Pasta
	564	28	Dispersada	Aceptable	Gel
	315	60	Dispersada	Grasa libre	Separar fase proteica
	14	98	Grumos	Grasa libre	Separar fase proteica
MPC70 desnatado	784	0 <sup>4</sup>	Grumos	Aceptable	Pasta
	512	35	Dispersada	Buena	Gel
	460	41	Dispersada	Buena	Gel
	406	48	Dispersada	Grasa libre	Gel <sup>3</sup>
	235	70	Dispersada	Grasa libre	Separar fase proteica
	14	98 <sup>6</sup>	Dispersada	Grasa libre	Separar fase proteica

- 1 Calculado como mmol de calcio/kg de proteínas totales
- 2 Porcentaje de calcio separado por intercambio de iones
- 3 Formación de gel fronteriza
- 4 No de acuerdo con la invención



**Tabla 2: Preparación de geles similares a queso Cheddar a partir de MPCs agotados en calcio en caldera de doble tornillo sin fin Blentech**

Contenido en calcio <sup>1</sup>	Agotamiento de calcio <sup>2</sup> (%)	Hidratación y dispersión de polvo	Incorporación de grasa	Formación de gel
784	0 <sup>6</sup>	Grumos	Aceptable	Pasta
582	26	Grumos	Aceptable	Pasta
564	28	Dispersada	Aceptable	Gel
512	35	Dispersada	Buena	Gel
460	41	Dispersada	Buena	Gel
406	48	Dispersada	Grasa libre	Gel <sup>3</sup>
315	60	Dispersada	Grasa libre	Separar fase proteica
235	70	Dispersada	Grasa libre	Separar fase proteica
14	98 <sup>4</sup>	Dispersada	Grasa libre	Separar fase proteica

↑  
Intervalo  
acceptable  
↓

- 1      Calculado como mmol de calcio/kg de proteínas totales
- 4      Porcentaje de calcio separado por intercambio de iones
- 5      Formación de gel fronteriza
- 6      No de acuerdo con la invención

5 Otros ingredientes adecuados se pueden añadir a la mezcla de proteínas y grasa en el recipiente de tratamiento según se necesite, antes, durante o después del proceso de gelificación para producir el gel alimenticio completado. Ingredientes que se pueden añadir incluyen, pero no se limitan a disoluciones o polvos de proteínas adicionales, disoluciones o polvos de proteínas tras ajuste de los minerales mediante intercambio de iones, disoluciones o polvos de proteínas tras la fermentación con microorganismos de cultivo iniciadores adecuados y/o enzimas productoras de sabores, agua, grasas y/o aceites animales y/o vegetales, sales, minerales de la leche, queso modificado con enzimas, sabores, enzimas y cultivos productores de sabores, aceite de manteca lipolizado, gomas y/o hidrocoloides alimenticios, colores, conservantes, agentes de flujo, ácido o ácidos comestibles, etc.

10 Enzimas coagulantes, p. ej. cuajo, no son esenciales para el proceso de gelificación. Además, para conseguir la formación del gel no se requieren sales de fusión típicamente utilizadas en la fabricación de queso procesado, por ejemplo pero no limitadas a sales fosfato de sodio, según se conoce en la técnica.

15 Mediante la selección de las variables de la formulación tales como niveles de proteínas, grasa y agua, nivel de agotamiento de calcio en el MPC modificado, concentración de sales y pH, y variables del proceso tales como temperatura, velocidad de cizalla y tiempo de permanencia se pueden controlar las propiedades físicas y químicas del producto gelificado enfriado. Preferiblemente, el producto gelificado tendrá propiedades químicas y físicas similares al queso natural y, por lo tanto, se puede envasar y comercializar como queso natural.

20 Alternativamente, el producto gelificado se puede utilizar como un ingrediente para el tratamiento ulterior. Por ejemplo, geles similares a queso se pueden procesar ulteriormente, tras la adición de sales de fusión tales como, pero no limitadas a sales fosfato de sodio conocidas en la técnica, y utilizando equipo y técnicas de fabricación de queso procesado convencionales para preparar productos similares a queso procesado. Productos de gel similares a queso se pueden convertir en productos similares a queso procesado inmediatamente después de la formación del gel similar a queso. Alternativamente, los productos de gel similares a queso se pueden almacenar bajo condiciones de almacenamiento típicas del queso natural hasta que se requiera para la fabricación de productos similares a queso procesado.

30 El uso de los productos de gel similares a queso para la preparación de productos de tipo queso procesado implica la adición de los ingredientes de queso procesado convencionales que incluyen, pero no se limitan a queso natural, grasa, nata, ácido o ácidos, sal, sales de fusión, sabores, gomas o hidrocoloides alimenticios, queso modificado con enzimas y productos de grasa para el sabor, color o colores, conservante o conservantes, agente o agentes de flujo, etc. El producto se calienta hasta una temperatura de tratamiento típica (es decir > 80°C) con agitación apropiada, se envasa según se desee, y se manipula de la forma convencional para la fabricación de productos de tipo queso procesado.

35

## Ejemplos de la invención

### Ejemplo 1- Preparación de polvos de MPC modificado de esta invención

5 Se recibió leche entera fresca y la nata se eliminó mediante separación a  $\leq 5$  °C para producir leche desnatada. La leche desnatada se pasteurizó por procesos convencionales, se enfrió hasta 10°C y se trató mediante UF hasta un VCF de 3 en un sistema que contenía membranas de tipo Koch™ S4 HFK 131 con un corte del peso molecular de 10.000. Después se aplicó diafiltración y se continuó hasta que el contenido en proteínas de la disolución de MPC constituía el 85% de los sólidos totales. Una parte de la disolución de MPC se introdujo en una columna de intercambio de iones que contenía AMBERLITE™ SRIL Na, aprobada para uso alimenticio, una fuerte resina de intercambio de cationes ácida con una capacidad de intercambio total de 2 equivalentes/L de sodio.

10 Aproximadamente 70 L de resina cargada de sodio se cargaron en el recipiente de acero inoxidable de 140 litros, creando una altura del lecho de resina de 55 cm. La disolución de MPC se trató en la columna de intercambio de iones a un caudal de 133 kg/h y se recogió en un recipiente de almacenamiento. Tras completarse el tratamiento de intercambio de iones, el líquido en el recipiente de almacenamiento tenía un nivel de agotamiento de calcio de 85%.

15 Una cantidad suficiente de la disolución de MPC modificado se combinó con disolución de MPC no tratado para producir una mezcla de MPC modificado con 378 mmol de calcio/kg de proteínas totales, es decir, aproximadamente 33% de calcio agotado en comparación con la disolución de MPC85 no tratado. La disolución de MPC modificado mezclada se evaporó y se secó por procesos convencionales para producir un polvo de concentrado de proteínas de la leche con la siguiente composición: 95,6% de TS (4,4% de humedad), 2,3% de grasa, 82,46% de proteína (% N x 6,38), 3,74% de lactosa, 7,1% de cenizas y 378 mmol de Ca/kg de proteína. El MPC modificado se envasó en materiales de envasado convencionales en la industria y se mantuvo a la temperatura ambiente hasta que se utilizó para la fabricación del gel.

20 Polvos de MPC modificado con niveles de agotamiento de proteínas y calcio definidos se fabrican utilizando el mismo proceso básico variando simplemente el grado de UF/DF y variando la relación de mezcla de disoluciones de MPC intercambiadas con iones y no intercambiadas con iones.

### Ejemplo 2 – Comparación de las características de gelificación de MPCs modificados de esta invención con MPCs fabricados mediante el procedimiento implicado por Arnaud en el documento EP 16292

#### 35 Fabricación de polvos de Arnaud

Se recibió leche entera y la nata se retiró mediante separación para producir leche desnatada. Aproximadamente 1150 L de la leche desnatada se filtraron mediante UF a 10°C (utilizando membranas Koch HFK 131 con un corte del peso molecular de 10.000), utilizando un VCF de 4,0, para producir una disolución de MPC. Esta disolución de MPC se diluyó con agua desionizada para reducir el contenido en sólidos totales hasta ~ 10%, y luego se ajustó a pH 5,9 utilizando ácido láctico al 3% antes del tratamiento en una columna de intercambio de iones que contenía 150 L de resina de intercambio de cationes (Rohm and Haas AMBERLITE™ SRIL Na) cargada con iones sodio.

40 Aproximadamente 85 kg de la nata a 55°C se ajustaron a pH 5,9 con ácido láctico al 3% y se hicieron pasar a través de una columna de intercambio de iones de Pharmacia que contenía ~ 5 L de resina de intercambio de cationes de calidad alimenticia (Rohm and Haas AMBERLITE™ SRIL Na) cargada con iones sodio.

45 La Tabla 3 muestra la composición de la nata y la disolución de MPC después del intercambio de cationes, según se determina mediante MILKOSCAN™ FT120 y titulación. Así, esencialmente la totalidad del calcio, es decir > 98%, se separó de la disolución de MPC y la nata mediante estos procesos de intercambio de iones (de acuerdo con las enseñanzas de Arnaud en el documento EP 16292).

**Tabla 3: Composición de nata y disolución de MPC tras intercambio de cationes de acuerdo con Arnaud en el documento EP 16292**

Fracción de leche	Grasa (% p/p)	Proteínas (% p/p)	TS (% p/p)	SNF (% p/p)	Calcio (mmol/kg de proteína)	% de agotamiento de calcio
Nata tratada	39,47	1,98	44,44	5,14	No detectado	100
MPC tratado	0,32	6,00	8,77	8,45	13,3	98,3

55

5 El pH de una porción de 290 litros de la disolución de MPC tratada se ajustó a aproximadamente pH 6,4 y se evaporó y secó por procesos convencionales para producir polvo de MPC70 esencialmente exento de calcio, según se enseña por parte de Arnaud en el documento EP 16292. La disolución de MPC tratada remanente (240 L) se mezcló con 32 kg de la nata exenta de calcio y se ajustó a aproximadamente pH 6,4 y luego se evaporó y secó para producir un polvo de MPC con alto contenido en grasa que contenía aproximadamente 70% de proteínas sobre una base de sólidos no grasos. Este polvo con alto contenido en grasa estaba también esencialmente exento de calcio según se enseña por parte de Arnaud en el documento EP 16292.

10 La Tabla 4 muestra las composiciones de estos dos polvos de “Arnaud” y los compara con:

- El queso Cheddar de partida utilizado en el Ejemplo 2 de Arnaud (documento EP 16292).
- El queso Cheddar después del intercambio de iones del Ejemplo 2 de Arnaud (documento EP 16292).
- Un polvo de MPC 70 comercialmente producido (ALAPRO™ 4700, NZMP, Wellington).
- Un polvo de MPC 70 modificado con una reducción del 48% en el contenido de calcio según se describe en la presente invención.

15

**Tabla 4: Composición de polvos de MPC de “Arnaud” comparada con los quesos Cheddar utilizados en el Ejemplo 2 de Arnaud, un polvo de MPC comercial y el polvo de MPC de esta invención**

	Grasa (% p/p)	Proteínas (% p/p)	Humedad (% p/p)	Calcio (mg/kg)	Calcio (mmol/kg de proteína)	% de agotamiento de calcio
Cheddar de partida (EP 16292)	34,2	24,9 <sup>12</sup>	36,7	9.200	922	0
Queso Cheddar parcialmente desprovisto de grasa e intercambiado con iones (EP 16292)	29,5	26,4 <sup>13</sup>	38,9	360	34	96,3
ALAPRO™ 4700	1,4	70	4,4	22.000	784	0
Polvo de MPC con alto contenido en grasa de “Arnaud”	35,3	43,8	1,8	246	14,0	98,2
Polvo de MPC70 de “Arnaud”	1,0	67,2	2,9	375	13,9	98,2
Polvo de MPC70 modificado de esta invención	2,2	68,8	4,3	11.200	406	48,2

20 **Comparación del comportamiento de gelificación de MPCs de “Arnaud” con el MPC modificado de esta invención**

25 Se llevaron a cabo experimentos de gelificación con un mezclador FARINOGRAPH™ (Modelo 820500, Brabender, Duisburg, Alemania), utilizando un tamaño de la tanda de 280 g. El mezclador FARINOGRAPH™ consiste en una cámara de mezclado revestida con una camisa de agua, agitada mediante dos palas en forma de Z que giran en sentidos opuestos. Una de las palas gira al doble de la velocidad de la otra. Los dos ajustes de velocidad, para la pala que gira más lenta son 31,5 ó 63 rpm (así, la pala más rápida gira a 63 ó 126 rpm). El par sobre el árbol de accionamiento del agitador se midió mediante la celda de carga.

30

35 <sup>12</sup> Ningún dato suministrado en el documento EP 16292. El contenido típico en proteínas de queso Cheddar tomado de la referencia de la nota a pie de página 7.

<sup>13</sup> Ningún dato suministrado en el documento EP 16292. Se asume que el proceso de eliminación de grasa no daba como resultado pérdida o ganancia alguna en proteínas o humedad. La humedad aumentaba en un 6% después de la eliminación de grasa y el mismo incremento en % se asume para la proteína.

Se realizaron tres experimentos utilizando los tres polvos fabricados según se describe arriba. Cada uno de los polvos se mezcló con cantidades apropiadas de agua desionizada, nata plástica (79%) y cloruro de sodio para producir una composición del producto diana similar al queso Cheddar, es decir, 35% de grasa, 34% de humedad y 22% de proteínas. Los tres polvos utilizados eran:

- 5 • Polvo de MPC70 modificado de esta invención con un agotamiento de calcio del 48%.
- Polvo de MPC70 de “Arnaud” con un agotamiento de calcio > 98%.
- Polvo de MPC con alto contenido en grasa de “Arnaud” (70% de proteínas sobre una base de sólidos no grasos), con un agotamiento de calcio > 98%.

10 **1) Experimento de gelificación utilizando el polvo de MPC70 de esta invención:** El mezclador FARINOGRAPH™ se precalentó hasta 40°C y se añadieron 120 g de nata con alto contenido en grasa a la cámara mezcladora, girando la pala en forma de Z más lenta a 31,5 rpm. A la nata se añadieron 89 g del polvo de MPC70 modificado y 3 g de cloruro de sodio. Se continuó mezclando durante 5 minutos y, a medida que se fundía la grasa, se formaba una mezcla pastosa quebradiza amarilla. Después se añadieron a la mezcla 68 g de agua desionizada (precalentada hasta 40°C). Se continuó la agitación durante 17 minutos adicionales, produciendo una mezcla uniforme amarilla, opaca con incorporación de grasa completa. Después, la mezcla se calentó gradualmente hasta 60°C a través de la camisa de agua a lo largo de 12 minutos, y a lo largo de este período se midió el par sobre el árbol del agitador. El par comenzó a aumentar al cabo de 5 minutos desde ~ 0,80 Nm y alcanzó un valor máximo de 2,2 Nm a ~ 10 minutos. Esta respuesta del par refleja la observación visual de que la mezcla se había transformado en un gel consistente durante el proceso. Cuando se enfrió hasta aproximadamente 5°C, el cuerpo y la textura de este gel eran equivalentes al cuerpo y la textura del queso Cheddar.

25 **2) Experimento de gelificación utilizando el MPC70 de “Arnaud”:** El mezclador FARINOGRAPH™ se precalentó hasta 40°C y se añadieron 120 g de nata con alto contenido en grasa a la cámara mezcladora, girando la pala en forma de Z más lenta a 31,5 rpm. A la nata se añadieron 89 g del polvo de MPC70 de “Arnaud”. No se requería cloruro de sodio, ya que el polvo de MPC de “Arnaud” tenía un contenido en sodio mayor que el MPC producido mediante esta invención. Se continuó mezclando durante 5 minutos, produciendo una pasta amarilla, quebradiza, con una ligera cantidad de grasa libre. Después se añadieron a la mezcla 68 g de agua (precalentada hasta 40°C) y se continuó agitando durante 2 minutos adicionales. Tras la adición del agua, la dispersión de grasa se disgregó inmediatamente para producir una masa pegajosa de proteína hidratada y una gran cantidad de grasa libre. En un intento por restablecer la dispersión de grasa, se continuó la agitación a lo largo de más de 30 minutos, pero esto demostró no tener éxito. Las dos fases, consistentes en proteína hidratada y grasa libre, se calentaron gradualmente juntas hasta 60°C a lo largo de 12 minutos, y a lo largo de este período se midió el par del árbol del agitador. En ningún punto del proceso, el registro del par era mayor que 0 Nm, lo que refleja la observación de que la fase proteica se había adherido a las palas del agitador que estaban simplemente girando en un cuenco de grasa fundida. En ninguna fase se formaba una dispersión de grasa o un gel.

40 En un intento adicional para redispersar la grasa y formar un gel, la mezcla se calentó hasta 80°C y luego hasta 90°C. Esto fracasó de nuevo para inducir la emulsión o gelificación, incluso después de mezclar con una velocidad del taladro de 63 rpm a lo largo de más de 30 minutos.

45 **3) Experimento de gelificación utilizando polvo de MPC con alto contenido en grasa de “Arnaud”:** El mezclador FARINOGRAPH™ se precalentó hasta 40°C y se dispusieron 55 g de nata con alto contenido en grasa en la cámara mezcladora, girando la pala en forma de Z más lenta a 31,5 rpm. A la nata se añadieron 44 g del polvo de MPC con alto contenido en grasa de “Arnaud”. Se continuó mezclando durante 5 minutos, produciendo una pasta amarilla, quebradiza, con una ligera cantidad de grasa libre. Después se añadieron 78 g de agua (precalentada hasta 40°C) y se continuó mezclando durante 2 minutos adicionales. La dispersión de grasa se disgregó tras la adición del agua, creando fases separadas que consistían en una masa pegajosa de proteína hidratada y grasa libre. La agitación prolongada fracasó en producir una dispersión de grasa. El producto se calentó gradualmente hasta 60°C a lo largo de 12 minutos, y a lo largo de este período se midió el par del árbol del agitador. La mezcla fracasó en producir una dispersión de grasa o un gel. En un intento para formar una dispersión de grasa, la temperatura se incrementó hasta 80°C, pero incluso la agitación a 63 rpm a lo largo de más de 30 minutos fracasó en producir una dispersión de grasa o un gel. En ningún punto el registro del par era mayor que 0 Nm, lo que refleja la observación de que la fase proteica se había adherido a las palas del agitador que estaban simplemente girando en un cuenco de grasa fundida.

### Conclusiones de los experimentos de gelificación

- El polvo de MPC70 producido mediante el procedimiento de esta invención emulsiona fácilmente la grasa y forma un gel consistente con una cizalla relativamente lenta y a temperaturas relativamente bajas.
- Los polvos de MPC de "Arnaud" esencialmente exentos de calcio eran incapaces de crear ni mantener una emulsión de grasa aceptable tras la adición del agua y no formaban un gel visible o mensurable. El tratamiento de estos polvos con una elevada cizalla prolongada y altas temperaturas tampoco fomentaba la dispersión de la grasa ni la formación de gel para emulsionar la grasa o para formar un gel.

### 10 Ejemplo 3 – Preparación de queso similar a Cheddar

Leche entera pasteurizada se ajustó hasta una temperatura de 50°C y se concentró mediante ultrafiltración hasta un VCF de 4,65, utilizando un sistema de UF/DF que contenía membranas con un corte del peso molecular de 10.000. Después de la filtración, 1,225 kg de disolución de MPC, a 50°C, se añadieron a una caldera de doble tornillo sinfín de queso procesado, con una capacidad de 5 kg (Modelo CC10, Blentech Corporation, Rohnert Park, CA). La velocidad de rotación de los dobles tornillos sinfín se ajustó a 50 rpm y se añadieron 57 g de cloruro de sodio. El producto se mezcló durante aproximadamente 2 minutos y a la mezcla se añadieron 1,35 kg de nata plástica (80% de grasa) a ≈ 8°C. La agitación incorporó por completo la nata plástica en la mezcla en el espacio de 2 minutos. Cuando la nata plástica se había combinado por completo en la mezcla, se añadieron a ésta 0,8 kg del polvo de MPC85 modificado (producido por el proceso detallado en el Ejemplo 1, de modo que tuviera un contenido en proteínas de 85% sobre una base seca y un contenido en calcio de 378 mmol/kg de proteínas totales, es decir, un agotamiento de 33%) y 125 g de lactosa monohidrato. La velocidad de agitación se incrementó hasta 240 rpm y los ingredientes se mezclaron durante diez minutos, al tiempo que la temperatura del producto se mantenía en aproximadamente 50°C. Después, la velocidad de agitación se disminuyó hasta 160 rpm y la temperatura del producto aumentó mediante inyección directa de vapor a 63°C, produciendo un gel.

Tras la formación del gel, se añadieron 30 g de sal mineral de la leche (ALAMIN™, NZMP (USA), Inc., Lemoyne, PA) para asegurar que el gel resultante tuviera un perfil mineral nutritivo equivalente al queso Cheddar tradicional. Después, la mezcla se agitó durante 1 minuto a 220 rpm para distribuir uniformemente la ALAMIN en el producto. Después, el producto se envasó en un formato de bloque y el gel se almacenó a 4°C durante 24 horas.

El gel enfriado era equivalente a un queso joven con la composición, cuerpo y textura del queso Cheddar. Las composiciones de ingredientes y el producto se muestran en la Tabla 5.

35 **TABLA 5**

<u>Componente</u>	<u>MPC 85</u>	<u>Material retenido por UF</u>	<u>Queso joven %</u>
Humedad	4,40	62,80	36,12
Sólidos totales	95,60	37,92	63,88
Grasa	2,30	17,39	33,74
45 Proteínas totales	82,46	15,77	21,71
Lactosa	3,74	3,08	4,59
Cenizas	7,10	1,68	3,84

La Tabla 1 resume las características de gelificación de una gama de polvos de MPC (que contienen todos 70% de proteínas sobre una base seca) fabricados de acuerdo con el procedimiento detallado en el Ejemplo 1.

### Ejemplo 4 – Preparación de queso procesado

3,59 kg del gel de queso antes del envasado y del enfriamiento procedente del Ejemplo 3 se utilizó como punto de partida de este proceso. Después se añadieron los siguientes ingredientes al gel en el mezclador/caldera Blentech: 30 g de agua, 70 g de fosfato disódico, 23 g de fosfato trisódico, 100 g de mantequilla, 350 g de queso modificado con enzimas, 25 g de lactosa monohidrato y 42 g de cloruro de sodio. La mezcla se calentó hasta 85°C mediante la inyección directa de vapor y luego se mantuvo durante un minuto a una velocidad de agitación de 180 rpm. Después, el producto se descargó de la caldera en moldes y se almacenó a < 5°C. La composición del producto acabado era: humedad = 39,3%, TS = 60,7%, grasa = 30,6%, proteínas = 18,8%, lactosa monohidrato = 5,3% y cenizas = 6,0%. El cuerpo y la textura del producto eran equivalentes al queso procesado en bloque comercial.

**Ejemplo 5 – Preparación de un postre lácteo**

La producción de un postre lácteo se inició mezclando 2,7 kg de nata con alto contenido en grasa (78% de grasa) a 50°C, 1,0 kg de MPC70 modificado (producido por el proceso detallado en el Ejemplo 1, de modo que tuviera un contenido en proteínas de 70% sobre una base seca y un contenido en calcio de 406 mmol/kg de proteínas totales, es decir, un agotamiento de 48,2%), 500 g de lactosa monohidrato y 2,85 kg de agua en un mezclador/caldera de Stephan (Tipo UMM ISK25-GNI, Stephan, Hameln, Alemania). La mezcladura comenzó con las cuchillas de corte de alta velocidad a 1500 rpm y el raspador de la pared a 60 rpm. La mezcla se combinó durante 1 minuto antes de iniciar el calentamiento. La temperatura de la mezcla se elevó entonces hasta 85°C mediante inyección directa de vapor, lo cual supuso justo más de 3 minutos. Después del calentamiento, se añadieron a la mezcla caliente 1,5 kg de agua y 30 g de ácido cítrico cristalino. La mezcla se combinó durante 1 minuto adicional. Después, el producto caliente se vertió en vasijas de plástico de 0,25 litros y se almacenó a 5°C. El producto enfriado gelificó para producir una textura típica de un postre lácteo. El producto tenía un cuerpo que era ligeramente más espeso que un flan típico y tenía un aspecto uniforme y lustroso. La composición del producto acabado era 62,3% de humedad (37,7% de TS), 21,9% de grasa, 7,9% de proteínas y un pH de 5,8.

**Ejemplo 6 – Preparación de un producto lácteo untable**

Se preparó un producto lácteo untable combinando 5,8 kg de nata con alto contenido en grasa (78% de grasa) a 50°C, 1,0 kg de MPC70 modificado (producido por el proceso detallado en el Ejemplo 1, de modo que tuviera un contenido en proteínas de 70% sobre una base seca y un contenido en calcio de 406 mmol/kg de proteínas totales, es decir, un agotamiento de calcio de 48%), 0,85 kg de agua, 184 g de queso modificado con enzimas, 150 g de cloruro de sodio y 150 g de lactosa monohidrato en el mezclador/caldera de Stephan utilizado en el Ejemplo 5. La mezcla se combinó durante 1 minuto con las cuchillas de corte a 1500 rpm y el raspador de la pared a 60 rpm. La temperatura de la mezcla se elevó entonces hasta 85°C mediante inyección directa de vapor, lo cual supuso justo más de 3 minutos. Después del calentamiento, se añadieron 24 g de ácido cítrico cristalino y la mezcla se combinó durante 1 minuto adicional. El producto caliente se vertió en vasijas de plástico de 0,25 litros y se almacenó a 5°C. El cuerpo y la textura del producto enfriado rápidamente eran típicos de un producto untable de queso procesado pasteurizado. La composición del producto acabado era: 51,1% de humedad, 29,6% de grasa, 11% de proteínas y un pH de 5,7.

**Ejemplo 7 - Preparación de un análogo de carne**

La producción de un análogo de carne basado en un producto lácteo comenzó con la adición de 2,15 kg de nata con alto contenido en grasa (78% de grasa) a 50°C, 2,65 kg de polvo de MPC70 modificado (producido por el proceso detallado en el Ejemplo 1, de modo que tuviera un contenido en proteínas de 70% sobre una base seca y un contenido en calcio de 406 mmol/kg de proteínas totales, es decir, un agotamiento de calcio de 48%), 2,65 kg de agua y 150 g de cloruro de sodio en el mezclador/caldera de Stephan utilizado en los Ejemplos 5 y 6. La mezcla se combinó durante 1 minuto con las cuchillas de corte a 1500 rpm y el raspador de la pared a 60 rpm. La temperatura de la mezcla se elevó entonces hasta 85°C mediante inyección directa de vapor, lo cual supuso justo más de 3 minutos. La mezcla cocinada se combinó durante 1 minuto adicional antes de añadir 1,5 kg de agua y 40 g de ácido cítrico cristalino. La mezcla se combinó durante 2 minutos más antes de verter el producto caliente en vasijas de plástico de 0,25 litros. Las vasijas se dejaron enfriar lentamente a la temperatura ambiente durante 16 horas antes de depositarlas para almacenamiento a 5°C. El cuerpo y la textura del producto enfriado rápidamente eran típicos de una carne fiambre preparada en forma de una salchicha. Generalmente, el producto mantenía una textura granular, se podía cortar bien en lonchas y no fundía. La composición del producto era: 55,6% de humedad, 16,5% de grasa, 20,1% de proteínas y un pH de 5,9.

**Ejemplo 8 – Preparación de un queso cremoso**

La fabricación de queso cremoso comenzó con la adición de 1,23 kg de polvo de MPC85 modificado (producido por el proceso detallado en el Ejemplo 1, de modo que tuviera un contenido en proteínas de 85% sobre una base seca y un contenido en calcio de 406 mmol/kg de proteínas totales, es decir, un agotamiento de calcio de 48%), 3,53 kg de agua (40°C) y 80 g de cloruro de sodio en el mezclador/caldera de Stephan utilizado en los Ejemplos previos. La mezcla se combinó durante 1 minuto con las cuchillas de corte a 1500 rpm y el raspador de la pared a 60 rpm. La agitación a alta velocidad se detuvo luego, al tiempo que el raspador de la pared seguía funcionando a 60 rpm durante 33 minutos adicionales. Este proceso transformó la mezcla en una pasta espesa. La mezcla se combinó con 4,96 kg de nata con alto contenido en grasa (78% de grasa). Al volver a funcionar las cuchillas de corte a 1500 rpm, la temperatura de la mezcla se elevó hasta 85°C mediante inyección directa de vapor, lo cual supuso justo más de 3 minutos. Después, la mezcla caliente se combinó durante 1 minuto adicional. Luego se añadieron 595 g de ácido láctico al 12,8% a lo largo de aproximadamente 5 minutos. La mezcla se combinó luego durante 1 minuto adicional. El producto caliente se vertió en vasijas de plástico de 0,25 litros y se almacenó a 5°C.

El producto enfriado rápidamente tenía el cuerpo, la textura y la composición de un queso cremoso comercial típico. La composición del producto acabado era: 54,4% de humedad, 33,2% de grasa, 9,8% de proteínas y un pH de 5,2.

#### 5 **Ejemplo 9 – Preparación de queso Edam**

La producción de queso Edam se inició mezclando 0,97 kg de nata con alto contenido en grasa (78% de grasa) y 0,94 kg de MPC85 modificado (producido por el proceso detallado en el Ejemplo 1, de modo que tuviera un contenido en proteínas de 85% sobre una base seca y un contenido en calcio de 291 mmol/kg de proteínas totales, es decir, un agotamiento de calcio de 48,8%) en el mezclador/caldera de doble tornillo sinfín Blentech utilizado en el Ejemplo 3. La mezcla se combinó a 120 rpm durante 3 minutos a aproximadamente 40°C. Luego se añadieron 56 g de cloruro de sodio, la mezcla se combinó durante otros 2 minutos y, finalmente, se añadieron gradualmente 0,69 kg de agua. La mezcla se combinó durante 20 minutos adicionales, después se añadieron 20 g de ácido cítrico cristalino y la mezcla se combinó durante otros 4 minutos. La mezcla se calentó mediante inyección directa de vapor hasta 70°C a lo largo de 7 minutos. La mezcladura continuó durante 3 minutos adicionales. Durante este tiempo se añadieron 60 g de agua y 3 g de ácido cítrico cristalino, al tiempo que la temperatura se mantenía a 70°C mediante inyección directa de vapor. El producto caliente se envasó en recipientes de plástico y se almacenó a 5°C. El producto enfriado rápidamente tenía una textura y una composición típicas de un queso Edam. La composición del producto acabado era: 43,6% de humedad, 25,0% de grasa, 44,3% de grasa sobre una base seca, 25,1% de proteínas y un pH de 5,6.

#### **Ejemplo 10 – Preparación de queso Pasta Filata**

Queso Pasta Filata se produjo mezclando 0,95 kg de nata con alto contenido en grasa (78% de grasa), 0,96 kg de MPC85 modificado (producido por el proceso detallado en el Ejemplo 1, de modo que tuviera un contenido en proteínas de 85% sobre una base seca y un contenido en calcio de 291 mmol/kg de proteínas totales, es decir, un agotamiento de calcio de 48,8%) y 45 g de cloruro de sodio en el mezclador/caldera de doble tornillo sinfín Blentech utilizado en los Ejemplos previos. La mezcla se combinó a 120 rpm y a aproximadamente 40°C durante 5 minutos, antes de añadir lentamente 1,0 kg de agua. La mezcladura continuó durante 24 minutos adicionales y luego la mezcla se suplementó con 65 g de ácido láctico al 42%. La mezcladura continuó durante otros 4 minutos. Después, la temperatura de la mezcla se incrementó hasta 70°C a lo largo de 7 minutos mediante inyección directa de vapor. Al comienzo de la etapa de calentamiento, la velocidad del taladro se incrementó hasta 150 rpm. El producto caliente se mezcló durante 1 minuto adicional antes de envasarlo en recipientes de plástico y se almacenó a 5°C. El producto enfriado rápidamente tenía una textura típica de pasta filata. La composición del producto era: 48,3% de humedad, 22% de grasa, 23,5% de proteínas y un pH de 5,7.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un método para producir un gel alimenticio, comprendiendo el método:  
5 agotar el contenido en calcio de un concentrado de proteínas de la leche (MPC) no modificado al 20 a 85% del contenido en calcio del MPC no modificado, sometiendo una disolución acuosa del MPC no modificado a intercambio de cationes utilizando un intercambiador de cationes aprobado para uso alimenticio que contiene cationes monovalentes, y recuperando un MPC modificado;  
calentar el MPC modificado hasta una temperatura de 35°C a 95°C y mantener dicha temperatura hasta  
10 que se forme un gel;  
y recuperar dicho gel.
- 2.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha disolución acuosa de MPC no modificado se divide en dos corrientes del proceso, la primera de las cuales se somete a dicho intercambio de cationes y la segunda de las cuales se combina con dicha primera corriente después de que dicha primera corriente haya sido sometida a dicho intercambio de iones para producir una corriente de dicho MPC modificado.  
15
- 3.- Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que dicho contenido en calcio de dicho MPC modificado está agotado hasta un 40 a 60% del contenido en calcio de dicho MPC no modificado.
- 4.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que no se utilizan enzimas coagulantes.  
20
- 5.- Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que dicho MPC se calienta hasta una temperatura de 50° a 90 °C.  
25
- 6.- Un método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que ingredientes para preparar productos lácteos se añaden a dicho gel después de haberse formado éste.
- 7.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que los ingredientes para preparar productos lácteos se añaden a dicho MPC modificado antes de que se forme dicho gel.  
30
- 8.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho MPC no modificado se produce a partir de un material retenido de la ultrafiltración de leche desnatada.
- 9.- Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se continúa con la ultrafiltración hasta que dicho MPC contenga 14 a 45% de sólidos totales.  
35
- 10.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho MPC no modificado se produce a partir de un material retenido de la ultrafiltración de leche entera.  
40
- 11.- Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que se continúa con dicha ultrafiltración hasta que dicho MPC contenga de 20 a 65% de sólidos totales.
- 12.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho intercambio de iones se realiza a un pH de 4,5 a 8,0.  
45
- 13.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho intercambio de iones se realiza en una columna de intercambio de iones, y dicho intercambiador de cationes aprobado para uso alimenticio se carga con iones potasio o sodio.  
50
- 14.- Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicho intercambiador se carga con cationes de sodio.
- 15.- Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que ingredientes para la producción del queso se añaden a dicho MPC modificado antes del calentamiento para formar dicho gel.  
55
- 16.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicho MPC modificado se concentra mediante filtración en membrana después de dicha etapa de intercambio de iones.



17.- Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que dicha disolución que contiene MPC no modificado se somete a intercambio de iones de proteínas antes de ser sometido a intercambio de cationes.

