

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 494**

51 Int. Cl.:

A23L 7/00	(2006.01)
A23L 7/10	(2006.01)
A23C 13/16	(2006.01)
B02B 1/08	(2006.01)
B02B 5/02	(2006.01)
A23C 9/13	(2006.01)
A23C 19/05	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.04.2006 PCT/US2006/014335**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.11.2006 WO06118778**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2006 E 06750385 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.05.2017 EP 1887884**

54 Título: **Producción continua de harinas de maíz pregelatinizadas para productos lácteos y alimentos a base de cereales**

30 Prioridad:

05.05.2005 US 122106

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.10.2017

73 Titular/es:

**GRUMA S.A.B. DE C.V. (100.0%)
Rio de la plata Ote. 407, Col. del Valle
66220, San Pedro Garza Garcia, N.L., MX**

72 Inventor/es:

**RUBIO, FELIPE A.;
RUBIO, MANUEL J.;
ARROYO, FRANCISCO;
NORTON, RICK;
CONTRERAS, ROBERTO;
ARCE, MIGUEL y
RAMIREZ, FERNANDO J.**

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 637 494 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

Producción continua de harinas de maíz pregelatinizadas para productos lácteos y alimentos a base de cereales

5 **Sector de la técnica**

La presente invención se refiere a un proceso de precocción ácida para la producción de harinas de maíz pregelatinizadas y, más particularmente, a uno que logra una hidrólisis parcial continua de la fibra insoluble y evita una pregelatinización y desnaturalización excesivas con un agente reductor sulfitante como un auxiliar del procesamiento de los alimentos utilizado durante la fabricación de maíz ultrafino y harina fina para la elaboración de productos lácteos y alimentos a base de cereales.

Estado de la técnica

15 La producción de masa y harinas de maíz de alta calidad solo puede lograrse mediante técnicas convencionales si el maíz de calidad alimentaria tiene las siguientes características: uniformidad en el tamaño y dureza del grano, un bajo número de grietas por tensión y daños en el grano y facilidad de separación del pericarpio durante el proceso de cocción en una solución de cal-agua. Las cinco clases generales de maíz, cristalino, reventón, harinoso, dentado y dulce, se basan en las características del grano. Dado que el maíz dentado es un derivado de los cruces entre el
20 maíz cristalino y el harinoso, puede mostrar diferencias significativas en la proporción entre endospermo córneo y harinoso causado por el genotipo y los factores ambientales. La proporción entre endospermo córneo (duro y translúcido) y harinoso (blando y opaco) puede ser como promedio de aproximadamente 2:1 en el maíz dentado. Se sabe que el maíz de calidad alimentaria (US N.º 2: USFGC, 1996) debe ser parcialmente cocido antes de que se forme en los productos finales, para hacer que sea una harina de maíz precocinada. El maíz de grano blanco puede
25 contener: 11,0-11,5 % de humedad, 72,2-73,2 % de polisacáridos de almidón/no almidón, 9,8-10,5 % de proteína, 3,7-4,6 % de grasa y 1,1-1,7 % de cenizas. Por ejemplo, una muestra de maíz molida en seco podría producir, en peso seco, 74,8-76,2 % de endospermo total, 18,9-20,5 % de germen y 3,3-6,3 % de salvado. El núcleo dentado maduro (Watson, 1987; FAO, 1993) tiene cuatro componentes separables, en peso seco: pedículo (0,8-1,1 %), pericarpio (5,1-5,7 %) y aleurona (2,0-3,0 %) endospermo (78,3-81,9 %) y germen (10,2-11,9 %). En los procesos de molienda en seco o en húmedo, el salvado separado incluye el pericarpio, el pedículo, la capa de aleurona (aislada con salvado) y también las partes adherentes de endospermo amiláceo. Un salvado de maíz nativo contenía almidón
30 (4-22 %) y proteínas (5-8 %) procedentes también del tejido endospermo y de la glicoproteína (Saulnier et al., 1995 y Hromadkova et al., 1995). En el proceso de molienda en seco, el producto primario se aísla de trozos de endospermo harinoso y córneo, que se recuperan mediante los procesos de molienda progresiva, tamizado (o clasificación) y aspiración. Para recuperar el almidón por molienda en húmedo, los gránulos dentro de las células del endospermo deben liberarse de la matriz de proteína (gluten) tratando el maíz (o el endospermo) con un álcali o un agente reductor (preferiblemente dióxido de azufre) en un proceso de remojo.

40 La harina de maíz nixtamalizada (NCF) se produce mediante las etapas de cocción alcalina (calentamiento y remojo) del maíz, lavado, molienda del nixtamal y secado, produciendo así masa de harina de maíz. Esta harina precocida se tamiza y se mezcla para diferentes aplicaciones del producto y generalmente se complementa con aditivos antes de su envasado para productos comerciales de mesa o tortilla envasada y alimentos a base de maíz. Aunque el pericarpio o el salvado se elimina parcialmente durante las etapas del proceso de cocinado alcalino y lavado, todavía queda fibra del maíz (patente US-4.513.018).

45 La industria mexicana de molienda para la producción de masa de harina y trigo firmó un acuerdo federal en 1999 para añadir micronutrientes a harinas básicas como el maíz nixtamalizado para tortillas y harinas de trigo para tortillas de pan y harina. Aproximadamente el 66 % de las marcas de harina de trigo están enriquecidas con hierro ferroso y ácido fólico, mientras que toda la masa de harina está además enriquecida (representando por lo menos el
50 30 % del consumo de tortilla) con hierro reducido, zinc y vitaminas del complejo B.

Existen notables diferencias entre las tortillas de maíz, las tortillas de trigo y el pan en relación a: la composición fisicoquímica de la harina, los ingredientes, la fabricación de la masa y el proceso de horneado. Los productos a base de cereales utilizan una harina de trigo sin salvado y sin germen (ingrediente formador). La masa utilizada para
55 hacer pan y productos similares siempre contiene más ingredientes que la masa de tortilla de maíz. Los ejemplos incluyen modificadores de la textura (manteca, azúcar y jarabe), agentes de levadura (bicarbonato de sodio y/o levadura) y agentes caracterizadores (sabor/especias, gomas y aditivos antimicrobianos). Los ingredientes básicos para la tortilla de maíz incluyen una harina de maíz integral nixtamalizada o una harina de maíz precocida con cal, con agua y aditivos antimicrobianos o funcionales que se pueden mezclar antes de hacer la masa para hornear y
60 envasar (Patente US-3.730.732).

La mayor parte de la pérdida de los micronutrientes se produce durante la molienda, que es una de las primeras etapas en el proceso de refinado. Durante el triturado, se eliminan las capas de salvado y germen, y el endospermo amiláceo restante, que contiene pocos compuestos antioxidantes, se tritura en forma de harina para preparar
65 alimentos a base de cereales (pan y tortillas). Los productos integrales retienen el salvado y el germen, los cuales proporcionan ácidos fenólicos (ferúlico/diferúlico, p-cumárico y vanílico) y ácido fítico que pueden actuar

independientemente o sinérgicamente con la fibra dietética (heteroxilano) para reducir el riesgo de arteriopatía coronaria, cáncer de colon y diabetes tipo 2 (resistencia a la insulina). Aproximadamente el 69 % de los compuestos fenólicos totales presentes en el maíz son formas ligadas insolubles (b-glucósidos), siendo el ácido ferúlico el compuesto principal. Los oligosacáridos feruloilados de las cadenas laterales del heteroxilano de maíz pueden aislarse mediante hidrólisis ácida o solubilizados como ésteres de azúcares de ácido ferúlico después del tratamiento térmico del maíz dulce (115 °C y 25 minutos tienen el efecto de elevar el total de compuestos fenólicos en un 54 %) y tener un mejor efecto supresor sobre la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad que el ácido ferúlico libre. Consumir el mínimo recomendado de tres porciones de productos integrales al día aumentaría la ingesta de antioxidantes y fibra dietética y reduciría el riesgo de enfermedad cardíaca en un 25-36 % (Decker et al., 2002). Los principales cultivos de granos producidos en el mundo son el trigo, el arroz y el maíz.

Los nuevos alimentos horneados integrales pueden ser aptos para llevar etiquetas con las siguientes u otras alegaciones de propiedades saludables relacionadas: a) "El desarrollo del cáncer depende de muchos factores. Comer una dieta baja en grasas y con un alto contenido en productos de grano, frutas y verduras que contienen fibra dietética puede reducir el riesgo de algunos tipos de cáncer" (21 CFR 101.76), y b) "El desarrollo de enfermedades del corazón depende de muchos factores. Comer una dieta baja en grasas saturadas y colesterol y con un alto contenido en frutas, verduras y productos de grano que contienen fibra puede bajar los niveles de colesterol en la sangre y reducir el riesgo de enfermedades del corazón" (21 CFR 101.77 y 81: FDA/DHHS, 2004).

Según las tendencias actuales, la obesidad se convertirá en la primera causa de muerte en 2005 rivalizando con las muertes anuales por cáncer. El sobrepeso y la obesidad están asociados con diabetes tipo 2, hipertensión, hipercolesterolemia, asma, artritis y mal estado de salud. Algunas personas pueden mejorar esta situación con una dieta muy baja en grasas y un alto contenido en carbohidratos, mientras que otras pueden responder a la reducción de la ingesta de carbohidratos (Atkins Foundation, 2005). La OMS (DHHS, 2003) considera que las dietas poco saludables y la inactividad física son las principales causas de las principales enfermedades crónicas, con el 60 % de las muertes y el 47 % de las enfermedades en todo el mundo. Estos problemas no se limitan a las naciones ricas, sino que están ganando rápidamente terreno en el mundo en desarrollo, particularmente entre la población joven.

Un informe de la OMS (2003) (Prevención integrada de las enfermedades no transmisibles, cardiovasculares, diabetes tipo 2 y ciertos cánceres: Proyecto de estrategia global sobre la dieta, la actividad física y la salud) recomienda una dieta que limita la grasa a entre el 15 % y el 30 % de la ingesta total de energía y las grasas saturadas a menos del 10 %. Los carbohidratos (integrales) deberían dar cuenta de los requisitos mayoritarios, entre el 55 % y el 75 %, pero los azúcares libres deben permanecer por debajo de un 10 %. La ingesta de proteínas debe permanecer en aproximadamente el 10 % a 15 %. La mayoría de las enfermedades son causadas por un estilo de vida y una dieta inadecuados. Los hábitos dietéticos actuales provocan enfermedad y debilidad en las personas, acortan su esperanza de vida y perjudican la salud mental y espiritual (Know Thyself-prevention is better than cure and health is wealth: SSSB, 1995).

Las paredes celulares o los polisacáridos no almidón (NSP) son los principales componentes de la fibra dietética del maíz y están compuestos de hemicelulosa (heteroxilano o pentosano y β -glucano: 4,4-6,2 %), celulosa (2,5-3,3 %) y algo de lignina 0,2 %). Según Watson (1987: Tablas IV y VII), el pericarpio/pedículo del maíz representa un 6-7 % y la aleurona-endospermo tiene aproximadamente 2-3 % del peso seco del grano. Este pericarpio también contiene 90 % de fibra insoluble (67 % de hemicelulosa y 23 % de celulosa) y solo 0,6 % de fibra soluble (arabinoxilano soluble y β -glucano). Se estima que la fibra dietética, tanto en el salvado (4,9 %) como en el endospermo (2,6 %), constituye el 80 % de la fibra dietética total. La fibra insoluble en maíz se encuentra principalmente en el salvado y en el endospermo (aleurona y almidón), que representa el 68 % de la fibra dietética total (9,5 % en peso seco).

Las capas de salvado de maíz comprenden las paredes celulares externas (ala de abeja o vaina), internas (celdas transversales y tubulares), nucleares y endospermo (aleurona y almidón). A diferencia del endospermo del maíz (sémola de maíz), en el que la fibra soluble asciende al 12 % de la fibra total (4,1 %), en el trigo integral, la fibra soluble representa el 22 % de la fibra total (aproximadamente el 20 % del agua absorbida por la harina está unida a la fracción de pentosano soluble). El polímero de heteroxilano está aparentemente unido al esqueleto de celulosa en la pared celular del maíz por unión cruzada con enlaces éster a través del ácido ferúlico (3,1 % o 31.000 ppm de peso seco) y del ácido diferúlico (0,5 %). Sin embargo, la insolubilidad del heteroxilano en el salvado de maíz podría deberse a enlaces polisacárido-proteína (glicoproteína de pericarpio) y a una estructura altamente ramificada (23 % lineal) en comparación con el salvado de trigo (Saulnier et al., 1995). En los Estados Unidos, el uso de esteroides en aceites vegetales, margarinas y pastas para untar, yogur, aperitivos, aderezos para ensaladas, suplementos dietéticos y bebidas saludables ha recibido un estatus GRAS de la FDA. Al menos 0,65 gramos de ésteres de esteroles (0,4 gramos de esteroides libres) y 1,7 gramos de ésteres de estanol por porción (50 gramos) pueden incluir una alegación de producto saludable de que el consumo de fitoesteroides (subproductos de aceite vegetal) puede reducir el colesterol y la arteriopatía coronaria. Un salvado de maíz industrial tratado con cal (Maseca®) contiene un 4-5 % de extracto de alcohol-tolueno (materia insaponificable) con un contenido total de esteroides de 860-900 ppm (Notificación GRAS 61, 2000) y representa aproximadamente el 50 % del contenido de germen de maíz molido en seco (Arbokem-Canada, 2000). Los alimentos funcionales, que pueden ser conocidos como alimentos de diseño o alimentos médicos, se definen como alimentos procesados que contienen ingredientes que ayudan a funciones corporales específicas además de ser nutritivos. El suplemento dietético o los comercializadores que quieren vender

un “nuevo ingrediente dietético” tienen que dar aviso previo a la FDA de sus planes y proporcionar las correspondientes pruebas de que el producto es seguro, pero en la mayoría de los casos, no se logran nuevos ingredientes dietéticos. Cuando un fabricante desea hacer una alegación en la etiqueta del efecto sobre la estructura o la función del cuerpo, entonces se requieren pruebas científicas para poder hacer dicha alegación.

5 Durante la cocción y/o remojo alcalinos, se producen cambios químicos y físicos tales como pérdidas de nutrientes junto con eliminación parcial del pericarpio o el salvado, degradación de la periferia del endospermo con gelatinización/hinchamiento del almidón y desnaturalización de las proteínas en el grano de maíz precocinado. Las modificaciones nutricionales más importantes son: aumento del nivel de calcio con mejoría en la relación Ca-P; una
10 disminución de la fibra dietética insoluble y de la proteína zeína; una reducción de tiamina y riboflavina; una mejora de la relación leucina-isoleucina, reduciendo la necesidad de niacina; liberación de niacina del pericarpio/aleurona/endospermo; y lixiviación de ácido ferúlico (Sánchez, Ramírez y Contreras, 2005), insecticidas residuales, fungicidas y micotoxinas en el agua de remojo alcalino o "nejayote" (FAO, 1993 y Sustain, 1997).

15 En una operación comercial, la pérdida de sólidos de maíz se ha estimado en un 5-14 % dependiendo del tipo de maíz (duro o blando) y de la rigurosidad del proceso de cocción, lavado y secado. La calidad de la tortilla no estaba directamente relacionada con la pérdida de sólidos (eliminación de salvado) y las tortillas aceptables tenían una pérdida <4 %. La harina de maíz o la masa de harina de maíz industrial correctamente procesada simplifica la
20 producción de productos de tortilla, porque el cliente no necesita aplicar las técnicas de manejo requeridas para el tratamiento de aguas residuales, control, manipulación y procesado del maíz para obtener masa para tortillas y bocadillos. Sin embargo, una harina de maíz pregelatinizada podría tener las siguientes limitaciones de calidad y costo: alto costo, falta de sabor y mala textura en aperitivos a base de cereales o raviolis de harina de maíz preparados a partir de harinas de maíz nixtamalizadas (Patente US-6.491.959 y Erempec et al. 1997).

25 Los alimentos de cereales de tercera generación (3G) incluyen las etapas de cocción por extrusión, seguido de enfriamiento, reposo y secado para producir “gránulos de cereal” que se expanden por fritura u horneado para producir alimentos basados en maíz nixtamalizado (nuevo aperitivo a base de masa en la Patente US-5.120.559 y aperitivo reductor de la hipercolesterolemia en la Patente US-20040086547). Otro ejemplo son los cereales de desayuno elaborados con cereales integrales o sémola (trigo, cebada, centeno, avena, arroz o maíz), seguidos de
30 enfriamiento, atemperado, trituración, formación de galletas y horneado o tostado de los alimentos a base de cereales (CA 2015149).

Los agentes sulfatantes se han utilizado en todo el mundo para funciones tecnológicas que incluyen: a) inhibición de la oxidación (pardeamiento enzimático) de los frutos (frutos secos <600 ppm), verduras (patatas deshidratadas: <250
35 ppm) y bebidas carbonatadas: vino a granel <350 ppm), b) prevención de la melanosis (pigmentos de melanina) en la gamba y la langosta, c) favorecimiento del crecimiento antimicrobiano durante la vinificación (50-100 ppm), d) acondicionamiento de la masa de trigo (reducción del enlace disulfuro) y e) blanqueo/modificación de los almidones alimentarios (FDA 121.1031 con <500 ppm).

40 Cuando la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos fue enmendada en 1958 para regular los conservantes y otros aditivos alimentarios, la FDA consideró que los sulfitos (cualquier agente sulfitante: dióxido de azufre, metabisulfito de sodio/potasio, bisulfito de sodio/potasio y sulfito de sodio) son reconocidos generalmente como seguros (GRAS). Sin embargo, todas las sustancias GRAS producidas a través de ADN recombinante que fueron ampliamente consumidas antes de 1958 y que han sido modificadas y comercialmente introducidas
45 posteriormente deben cumplir con los requisitos reglamentarios propuestos en el 21 CFR 170.36 (Notificación GRAS 60 para el bisulfato de potasio cuando se utiliza como adyuvante para la transformación en los quesos a <3 ppm, las bebidas alcohólicas a <140 ppm y las mezclas de pasteles a 0,1-1,0 %). En 1985, la FDA concluyó que los sulfitos son seguros para la mayoría de las personas, pero representan un riesgo de gravedad impredecible para los asmáticos y otras personas que son sensibles o alérgicas (1 % en EE.UU.) a estos ingredientes.

50 Estos aditivos secundarios, una subclase de aditivos directos (21 CFR 172, 170.36 y 101.1), son principalmente auxiliares del procesamiento que se usan para lograr un efecto técnico durante el procesamiento de alimentos, pero no se pretende que sirvan como aditivo funcional o conservante en el alimento terminado si no hay cantidad detectable del agente. Una cantidad detectable de agente sulfitante es 10 ppm o más del sulfito como dióxido de
55 azufre en el alimento terminado (21 CFR parte 101.1 Alimentos, exenciones del etiquetado). Por último, la lista de algunos ingredientes potencialmente alérgicos (Regulación de la U.E. sobre etiquetado de alimentos, 2005) incluye: cereales que contienen gluten y sus productos (la enfermedad celíaca provoca una inflamación intestinal crónica inducida por las prolaminas de los cereales, ricas en prolina y glutamina, procedentes del trigo, la cebada, el centeno y la avena); soja y productos de soja; leche y productos lácteos, incluyendo lactosa y dióxido de azufre y
60 sulfitos a concentraciones superiores a 10 ppm.

Con la escalada de los costes del cuidado de la salud en todo el mundo, especialmente en Norteamérica, Japón y Europa (8 % del producto interior bruto), el foco de atención se ha desplazado del tratamiento a la prevención. Aproximadamente 11 millones de personas en los EE.UU. sufren de alergias a los alimentos y en Europa se estima
65 que el 8 % de los niños y el 3 % de los adultos también se ven afectados.

La bioterapia de los trastornos gastrointestinales aún no se acepta en la práctica clínica para tratar las alergias alimentarias. Sin embargo, las terapias basadas en prebióticos y probióticos pueden tener el potencial para el tratamiento de afecciones particulares. Los prebióticos son componentes dietéticos no digeribles que pasan a través del tracto digestivo al colon y estimulan selectivamente la proliferación y/o la actividad de poblaciones de bacterias deseables in situ. Los probióticos, por otra parte, son microorganismos que se utilizan como suplementos dietéticos con el objetivo de beneficiar la salud del consumidor influyendo positivamente en el equilibrio microbiano intestinal. Las especies de bacterias de ácido láctico se utilizan cada vez más como ingredientes funcionales, particularmente en productos lácteos tales como yogures y leche fermentada. Debido a la sinergia potencial entre los prebióticos y los probióticos, los alimentos que contienen una combinación de estos ingredientes funcionales se denominan a menudo como los sinbióticos.

Las tortillas son el principal producto comestible de maíz en América del Norte y Central. Se trata de una tortita plana, redonda, sin levadura y horneada, hecha de masa fresca o masa de maíz preparada a partir de harina de maíz nixtamalizada industrial (NCF). Hay que señalar que una tortilla, elaborada manual o mecánicamente y sin aditivos de ningún tipo, tiene una vida útil máxima de 12 horas a temperatura ambiente. Después se estropean debido a la contaminación por microorganismos (bacterias filamentosas y formadoras de esporas) y se vuelven duras o correosas debido a un cambio fisicoquímico en el componente de almidón de las tortillas almacenadas o recalentadas (retrogradación/recocido del almidón). Se sabe que las tortillas, incluso cuando se mantienen en condiciones en las que no se pierde humedad (como en un envase de plástico), se vuelven rígidas con el tiempo y se rompen o se desmigajan fácilmente cuando se doblan. La adición de sustancias comestibles solubles en agua (<1 %, pH = 7,5-9,5) a la masa de maíz tratada con cal retrasaba notablemente el deterioro de la tortilla (Patente US-3.730.732).

En el norte de Sudamérica, particularmente en Colombia y Venezuela, el maíz de grado alimentario se procesa con tecnología de molienda en seco sin aguas residuales y se convierte en una harina precocida, sin germen ni salvado para alimentos tradicionales de maíz. Su consumo es principalmente en forma de una "arepa", que es una torta gruesa plana u ovoide, sin levadura y horneada hecha de harina de maíz molida en seco. En otros países de América del Sur, la sémola de maíz (polenta) y la harina de maíz se utilizan para diferentes tipos de productos de panadería (empanada y mezclas de tortita), gachas (atole) y aperitivos (FAO, 1993).

Un proceso de molienda en húmedo de maíz para la producción de almidón implica una fermentación ácida (pH <5) durante el remojo o empapado de granos enteros a contracorriente (1-2 días a 45-50 °C). El efecto técnico o funcional es ablandar el endospermo y romper los enlaces disulfuro que mantienen la matriz proteica unida. Se trata de una operación unitaria de difusión limitada en la que se requieren dos auxiliares del procesamiento: con 0,10-0,25 % de dióxido de azufre y 0,50-2,0 % de ácido láctico habitualmente producido por *Lactobacillus* spp, endógeno o exógeno. (Watson, 1987). La microflora del maíz nixtamalizado fermentado puede producir una fermentación espontánea en estado sólido para producir una masa agria de maíz tal como "Pozol" consumida como unas gachas/bebida por la población indígena en el S.E. de México (Ramírez y Steinkraus, 1986). Los lactobacilos identificados en la pasta nixtamalizada fermentada en el laboratorio (pH <4) fueron *L. plantarum*, *L. fermentum* y *Pediococcus* spp. (Sefa-Dedeh et al., 2003). El principal resultado de una fermentación láctica es una dispersión de proteína/zeína del endospermo y un aumento de la liberación de almidón durante la molienda subsiguiente para gachas de maíz fermentadas con ácido, tales como: kenkey ganiano, ogi nigeriano (industrial), uji keniano y mahew sudafricano (Steinkraus, 2004). Se han innovado nuevas pastas agrias secas o ingredientes o composiciones a base de cereales fermentados (que contienen trigo, avena, cebada, centeno y arroz) con productos comerciales de partida de ácido láctico para productos tales como pan de trigo/centeno (documento DE 4308707) y galletas saladas de trigo (Patente US-6.649.197) o alimentos lácteos fermentados con bajo contenido en grasa (EP 0663153), así como productos lácteos para untar con bajo contenido en grasa (documento WO 9808400).

Otros materiales no fermentados tales como almidón de patata, almidones y harinas pregelatinizados, gomas vegetales y fibras a base de grano también se usan para unir y reducir la migración de agua en productos lácteos. Una preparación de goma comercial (0,15-0,25 %) añadida antes de la pasteurización de la leche para la fabricación de queso produjo un rendimiento incrementado con características texturales y sensoriales adicionales deseables (NZ 507104). También se utilizó una goma microbiana (<1 % -3 %) para recuperar la proteína láctea del queso-suero de leche y el precipitado de proteína-goma utilizado como aditivo alimentario (EP 0471408). Por último, también se han diseñado almidones modificados físicamente/pregelatinizados o los ingredientes a base de cereales en cuanto a sus propiedades técnicas o como auxiliares del procesamiento (Patentes US-5.061.104 y US-6.861.081). Por materiales adyuvantes o auxiliares para el procesamiento de alimentos, tal como se usan en la presente memoria, se entiende los materiales y sustancias seleccionadas del grupo que consiste en cereales, almidón, harina vegetal, harina de soja; gomas comestibles, pectinas, hidrocoloides y fibras dietéticas; o mezclas de los mismos. El tamaño del gránulo es una propiedad característica de los almidones comerciales de trigo, patata y maíz. Se ha observado que el tamaño reducido tiene una mejor absorción de agua y susceptibilidad enzimática durante el procesamiento de alimentos. También puede ser utilizado como un potencial sustituto de grasa en los alimentos debido a la capacidad de proporcionar textura grasa o sensación en la boca y aumentar la retención de humedad durante el procesamiento de cereales y lácteos.

La clasificación es la separación de un material particulado en una fracción gruesa y fina. La separación siempre ha sido por tamaño en la producción de harina. En diversas etapas de la producción, la harina se tamiza usando una

malla de un tamaño que permite que solo pasen partículas de un tamaño máximo predeterminado. Hasta ahora, la separación de la harina por tamaño solo ha sido adecuada para la producción de harina.

5 Otras industrias no alimentarias han utilizado históricamente otros mecanismos para clasificar la materia en partículas, teniendo en cuenta otras propiedades de las partículas, como la densidad. Por ejemplo, la densidad es insignificante cuando se usa un tamiz o un cedazo pero es un factor principal en clasificadores de aire centrífugo en los que están implicadas principalmente fuerzas de arrastre fluidas. Dependiendo del equipo utilizado, la clasificación también podría verse afectada por la forma de las partículas, propiedades eléctricas, magnéticas y de superficie. Requiere cada vez más energía si se van a producir partículas ultrafinas. Con un tamaño decreciente, la homogeneidad de las partículas también aumenta generalmente.

10 El documento WO 2004/071200 describe un separador ciclónico y un tamiz para separar y recuperar una fracción de molienda fina de malla 20-60 (0,841-0,250 mm).

15 La patente US-3.077.408 describe un método para separar partículas de grano utilizando técnicas de separación de aire de tipo vórtice.

20 Los clasificadores de aire (también llamados separadores de aire) incluyen cualquier gas, pero se usa preferiblemente aire limpio y la clasificación en el intervalo de partículas de tamaño medio a submicrométrico (1.000 a 0,1 micrómetros) se efectúa en una corriente de aire, usando una combinación de cualquiera de los siguientes fuerzas: gravedad, arrastre, colisión y centrífuga. Otros dispositivos clasificadores tales como rejillas y cedazos/tamices funcionan en el intervalo de tamaño grande a medio (500 mm hasta 0,15 mm o 150 μm : malla estándar US 100). La densidad es insignificante cuando se utilizan cedazos o tamices, pero es un factor importante en el clasificador de aire donde están involucradas las fuerzas de arrastre del fluido.

25 Los separadores centrífugos (o ciclones) son ampliamente utilizados en la industria química/farmacéutica y para la eliminación de materia sólida y líquida (aerosoles o partículas ultrafinas) de corrientes de gas. Los ciclones se consideran equipo de separación aunque una fracción superfina (ultrafina) arrastrada en el gas de salida debe recuperarse en otra etapa de separación, como en un ciclón aguas abajo. Tienen una eficacia de recogida media (80-95 % para un tamaño de 15 a 50 μm : malla 325) y un rendimiento elevado (Theodore et al., 1976).

30 El separador Mumford-Moodie, patentado en 1885, es similar al Sturtevant Whirlwind (Klumpar et al., 1986). Los sólidos son alimentados a una corriente de aire limpio ascendente, usando una placa de distribución giratoria que imparte una fuerza centrífuga. Las partículas grandes caen en un cono interno (colas o descarga fina); la fracción ultrafina (10 a 420 μm : malla 40) es arrastrada hacia arriba por la acción de un ventilador interno, separada del aire entre álabes en la sección de expansión del cono exterior y recogido en su fondo. El aire, separado de la fracción ultrafina en el cono exterior, es recirculado continuamente hasta el distribuidor que extiende la alimentación entrante al aire ascendente. Así, el clasificador de corriente ascendente incorpora casi todas las fuerzas clave, mientras que un ciclón solo utiliza la fuerza de inercia gravitacional.

40 La magnitud de estas fuerzas depende en gran medida del diámetro de la partícula, bien por su dependencia de la masa de la partícula, bien por el coeficiente de arrastre y el área característica. Las partículas grandes son afectadas principalmente por la gravedad y las fuerzas centrífugas, mientras que las partículas de tamaño intermedio y pequeño/ultrafinas se verán afectadas principalmente por la fuerza aerodinámica de arrastre. Los clasificadores de aire industriales (centrífugos) son fabricados por Sturtevant Inc., C.E. Raymond, Humboldt Wedag, Polysius, Smidth Sepax, Hardinge Gyrotor y Onoda.

50 Los procesadores de harina de maíz pueden generar valor añadido de sus operaciones industriales en uno de tres enfoques: desarrollar nuevos productos a partir de nuevos híbridos, aumentar el rendimiento de los productos tradicionales a partir del maíz y mejorar la eficiencia del proceso a un menor costo unitario. En el pasado, esto se ha hecho mediante métodos y utilizando un aparato en el que el grano se cuece y/o se remoja en una solución acuosa de cal tal como los descritos en las patentes US-2.584.893, US-2.704.257, US-3.194.664 y US-4.513.018. Estos métodos de la técnica anterior para la producción industrial de masa de harina implican tiempos de precocción acelerada en la cal y tiempos de remojo con grandes cantidades de residuos solubles (1,2-2,0 % de COD: Alvarez y Ramírez, 1995) y pérdida de sólidos de maíz (~ 1,5-2,5 %: 50-60 % de fibra dietética, 15-20 % de cenizas, 15 % de almidón, 5-10 % de proteína y <5 % de grasa).

60 Se han desarrollado muchos y variados métodos para la producción de harina de maíz instantánea para productos alimenticios que implican menores cantidades de agua con precocción a baja temperatura para un alto rendimiento del producto final, como se refleja en las siguientes patentes US-4.594.260, US-5.176.931, US-5.532.013, US-6.387.437 y US-6.638.554. A este respecto, se hace referencia a las patentes US-4.594.260, US-5.176.931, US-5.532.013 y US-6.265.013, que también requieren un secado a baja temperatura. Por el contrario, las patentes US-4.513.018, US-5.447.742, US-5.558.898, US-6.068.873, US-6.322.836 y US-6.344.228 han usado una deshidratación a alta temperatura o cocción rápida en lugar de una cocción a baja temperatura.

65 Teniendo en cuenta las desventajas de los métodos de la técnica anterior, varios estudios no solo han usado una cocción previa a baja temperatura y rápida con un mínimo de aguas residuales, sino también fracciones separadas

de maíz, tal como se refleja en las siguientes patentes US- 4.594.260, US-5.532.013, US-6.025.011, US-6.068.873, US-6.265.013, US-6.326.045 y US-6.516.710.

5 Algunas aplicaciones para remojo ácido o precocción también se probaron para convertir un procesamiento tradicional del maíz en un nuevo proceso químico o bioquímico con menor producción de aguas residuales (patentes US-1.045.490 y US-6.322.836 o patente WO 00/45647). Se han publicado tres innovaciones recientes (patentes WO 00/45647, 01/98509 y WO 2004/023892 A1) para la preparación de un producto alimenticio de maíz modificado utilizando un agente reductor (metabisulfito), o una enzima reductasa ácida o hidrosulfito como auxiliares del procesamiento y que se añade durante las etapas de cocción del maíz, de manera que su proteína nativa fue
10 parcialmente modificada.

Aunque los métodos anteriormente descritos de la técnica anterior son capaces de la precocción parcial del maíz para un producto alimenticio de masa modificado, sémola de maíz y maíz triturado, en el momento de la invención todavía no se disponía en el mercado de una aplicación industrial continua que utilice no solo un precocido sulfitante
15 sino también un separador centrífugo que produce harinas de maíz ultrafinas y finas para productos lácteos y alimentos a base de cereales.

Objeto de la invención

20 Por consiguiente, es un objeto de esta invención proporcionar una completa desviación de la técnica anterior y métodos rápidos de precocción del procesamiento térmico, mecánico, químico y bioquímico o enzimático del maíz integral con el fin de controlar la pregelatinización endospermal amilácea y la desnaturalización proteica usando una precocción con sulfito durante la producción continua de harinas de maíz ultrafinas y finas para productos lácteos y alimentos a base de cereales.

25 Es otro objeto de esta invención, usar un separador de aire centrífugo no solo para producir continuamente una harina de maíz ultrafina usada como un auxiliar en el procesamiento de alimentos en productos lácteos, sino también para producir una harina de maíz fina y salvado como ingrediente a base de cereales.

30 Otro objeto es conseguir este objetivo utilizando un método y aparato industrial que implica una precocción ácida con sulfitos para una hidrólisis parcial de las paredes celulares del maíz, almidón y proteínas junto con una difusión de agua que efectúa una pregelatinización controlada del almidón y una desnaturalización de la proteína con una pérdida reducida de maíz durante la producción de harinas de maíz pregelatinizadas.

35 Los anteriores y otros objetos y ventajas de la invención se consiguen mediante un proceso continuo aplicado a la producción de harinas de maíz pregelatinizadas para productos lácteos y alimentos a base de cereales, cuyas realizaciones incluyen una precocción con una solución de metabisulfito de sodio o hidrógeno sulfito de sodio o sulfito de sodio como un coadyuvante del procesamiento para efectuar una hidrólisis parcial de fibra insoluble, almidón y proteína junto con una pregelatinización y desnaturalización controladas, un lavado reducido de los granos y pérdida de sólidos en las aguas residuales, estabilización del contenido de humedad hasta un nivel óptimo deseado para triturado, molienda y secado del grano preacondicionado para producir una cocción parcial uniforme, enfriamiento y secado adicional de la partícula triturada en seco, separación centrífuga y recuperación de la
40 trituración ultrafina así producida de la trituración más gruesa mientras que esta última se aspira para eliminar una fracción de salvado de maíz y molienda adicional para producir un salvado fino para obtener harina de maíz integral y harina integral parcial, nueva molienda del triturado más grueso aislado y tamizado posterior para obtener una fina
45 harina de maíz para alimentos a base de cereales y mezclado solo de una harina fina con cal para producir una masa de harina para la tortilla. Para los productos lácteos, se utiliza una harina de maíz ultrafina como un auxiliar o adyuvante.

50 Descripción de las figuras

La invención se comprenderá más completamente a partir de la descripción que sigue y del dibujo adjunto en el que la única figura representa una realización de esta invención en un diagrama de flujo de tipo de bloque que ilustra el proceso continuo e industrial usando una precocción ácida con sulfitos como un auxiliar de procesamiento y un
55 separador de aire centrífugo para recuperar una trituración de maíz ultrafina a partir de una trituración gruesa de maíz.

Descripción detallada de la invención

60 Haciendo referencia en primer lugar a la FIG. 1, se representa, en forma de diagrama de flujo, una realización de la presente invención. Incluye un aparato de precocción 1; un lavador 2; un preacondicionador 3 con un alimentador; un molino primario 4; un horno 5; un secador 6 con un ventilador; un primer separador ciclónico 7; un enfriador 8 con un ventilador de aire limpio; un segundo separador ciclónico 9; un separador de aire centrífugo 10 con un ventilador interno; un sistema de aspiración 11; un molino secundario 12; un molino terciario 13 y un tamiz 14.

65 El aparato de precocción 1, cuyo diseño es conocido per se, se alimenta con maíz limpio y una solución de metabisulfito de sodio junto con agua del remojo caliente (60 °C a 70 °C) reciclada del lavador 2 para formar una

- suspensión acuosa de sulfitación (relación entre maíz y agua de aproximadamente 1:1 a aproximadamente 1:1,5). El contenido de sólidos de la solución ácida se regula en el intervalo de aproximadamente 0,5 % a aproximadamente 0,7 %. Controlando el calentamiento del vapor y el tiempo de residencia del grano, es posible precocer el maíz a presión atmosférica. La suspensión de maíz se calienta con vapor saturado a una temperatura de aproximadamente 75 °C a aproximadamente 90 °C durante un periodo de 25 a 45 minutos. Esto permite que el grano precocido con sulfitación se produzca con unos contenidos de humedad entre 32 % y 35 %, mientras que el pH se reduce a aproximadamente 6,2 a aproximadamente 6,7 con la adición de una solución sulfitante ácida al 10 % para suministrar un 0,05 % a 0,15 % en peso de adyuvante del procesamiento (a base de maíz).
- El aparato de precocción con la solución de sulfitos causa una hidrólisis parcial de fibra, almidón y proteína que promueve una difusión rápida y uniforme del agua de cocción a través del extremo de la base del pedículo que se mueve a través de las paredes celulares del pericarpio hasta la corona del núcleo y luego hacia abajo hacia los componentes del endospermo y el germen. La solución saturada de vapor y sulfitos también efectúa una solubilización controlada, pregelatinización e hinchamiento en el grano de maíz, permitiendo una reducción de sólidos de desecho del 60 % al 70 %, así como una disminución del 10 % al 20 % en el efluente de las aguas residuales en comparación con el proceso continuo de cocción con álcali (Álvarez y Ramírez, 1995). Esta pérdida de aguas residuales en el aparato de precocción puede ser reemplazada por el agua del remojo reciclada del lavador 2.
- La suspensión de maíz parcialmente precocida se pasa a continuación a un lavador 2 donde se pulveriza con agua calentada con vapor de agua a una temperatura de aproximadamente 60 °C a aproximadamente 70 °C durante 30 a 60 segundos, lo que también sirve para aumentar la absorción de agua y eliminar el auxiliar sulfitante y los sólidos solubles en las aguas residuales.
- El maíz precocido y lavado se pasa después a un preacondicionador 3, donde el grano precocido se equilibra para obtener un contenido de humedad residual de aproximadamente 34 % a aproximadamente 37 % durante aproximadamente 210 a aproximadamente 340 minutos.
- A continuación, el maíz preacondicionado y lavado es alimentado a través de un alimentador a un molino primario 4, cuyo diseño es conocido per se, de manera que el maíz previamente molido y el aire caliente procedente de un horno 5 se mezclan y parcialmente se cuecen previamente mediante un secador industrial 6, cuyo diseño es conocido per se. El núcleo previamente molido se seca de este modo de forma rápida a una alta temperatura de 190 °C a aproximadamente 230 °C durante un corto tiempo de 10 segundos a aproximadamente 30 segundos. Su endospermo amiláceo se gelatiniza parcialmente para producir un contenido de humedad de 16 % a 18 % dependiendo de la granulación que se produzca.
- Se extrae el aire caliente cargado de humedad (130 °C a 180 °C y del 11 % al 13 % de humedad) con un primer separador ciclónico 7, cuyo diseño es conocido per se, de modo que puede llevarse a cabo la extracción de humedad por impulsión del material del secador a través de un refrigerador 8 con aire limpio aspirado por un ventilador asociado, disminuyendo así adicionalmente el contenido de humedad desde el 16-18 % hasta aproximadamente 9-12 % (similar al maíz entrante).
- Después de una extracción adicional del aire caliente cargado de humedad (100 °C a 110 °C) con un segundo separador ciclónico 9, la partícula o triturado seco precocido se dirige a un separador de aire centrífugo 10 con un ventilador interno especialmente diseñado. La porción de tamaño grande se conoce como el triturado grueso compuesto de las fracciones de endospermo, germen y salvado con un alto contenido de fibra, mientras que la porción de tamaño pequeño se describe como la trituración ultrafina hecha de fracciones de endospermo y germen con bajo contenido en fibra.
- A medida que el ventilador centrífugo mueve hacia arriba el aire ascendente con partículas arrastradas de pequeño tamaño, se separa una molienda fina como una harina de maíz ultrafina (de 0,250 mm a 0,044 mm (bajo malla de 60 a 325)) y la molienda gruesa (de 0,420 mm a 0,177 mm (bajo malla de 40 a 80)) se separa adicionalmente. La molienda ultrafina se verá afectada en su mayor parte por las fuerzas de arrastre mientras que la molienda gruesa lo será por la gravedad, las fuerzas centrífuga y de colisión producidas por la acción de un ventilador interno. Esta harina de maíz ultrafina con un contenido de humedad entre 9 % y 12 % se produce de aproximadamente 30 % a aproximadamente 60 % del peso total de maíz entrante. Si se desea, la harina de maíz ultrafina puede usarse como un auxiliar de procesamiento o mezclarse con materiales adyuvantes para los productos lácteos.
- Esta última trituración gruesa se separa adicionalmente en el sistema aspirador 11, cuyo diseño es conocido per se, en el que se obtienen dos fracciones, una fracción ligera de salvado que se aísla de una fracción pesada más gruesa que se vuelve a moler en un molino terciario 13. La fracción ligera aspirada se vuelve a moler en un molino secundario 12 como harina de salvado (de 0,354 mm (bajo malla de 45)) para la harina integral de maíz y la harina integral parcial con un contenido de humedad entre 9 % y 12 % (lo que representa aproximadamente de 3 % a aproximadamente 8 % del peso total del maíz entrante). El producto pesado molido de nuevo procedente de un molino terciario 13 es enviado al tamiz 14 para tamizar y producir una harina de maíz fina homogénea (de 0,354 mm a 0,177 mm (bajo malla de 45 a 80)) con un contenido de humedad de aproximadamente 9 % a 12 % (lo que representa de un 30 % a aproximadamente el 60 % del peso total del maíz entrante). Si se desea, la harina de maíz

fina se puede mezclar con cal de calidad alimentaria (0,05 % -0,15 % en peso basado en la harina pregelatinizada) para producir una masa de harina para hacer tortillas, y si no, la harina de maíz se puede usar como un ingrediente a base de cereales para alimentos a base de cereales.

- 5 La siguiente tabla muestra una composición promedio de nutrientes de harinas de maíz pregelatinizadas para productos lácteos (ultrafina: <0,250 mm-0,044 mm (malla <60-325)) y alimentos a base de cereales (fina: <0,354 mm-0,177 mm (malla <45-80) y salvado: <0,354 mm (malla <45)):

Contenido nutricional (g/100 g): Harinas Pregelatinizadas			
Nutriente	Maíz ultrafino	Maíz fino	Salvado
<i>Agua</i>	11,0	11,0	11,0
<i>Proteína</i>	7,7	8,4	4,0
<i>Grasa</i>	5,2	3,7	1,4
<i>Ceniza</i>	1,5	1,2	2,5
<i>Calcio</i>	0,033	0,022	0,015
<i>Fibra dietética:</i>	3,7	5,2	63,2
<i>Fibra cruda</i>	0,7	1,2	13,6
<i>Almidón</i>	70,9	70,5	17,9
<i>Calorías totales:</i>	350	340	95

- 10 Las harinas ultrafinas y finas contienen partículas procedentes de un endosperma de bajo contenido de fibra o de alto contenido de fibra con fracciones de germen, mientras que la harina de salvado incluye principalmente un pericarpio con fracciones de endospermo amiláceo. Por lo tanto, las harinas de maíz pregelatinizadas producidas por el presente método tienen un mayor valor nutricional en comparación con los métodos convencionales, con una composición más alta en grasa (> 140 %), fibra dietética (20 %) y proteína (10 %) que las harinas de maíz molidas en seco industriales (harina gruesa/harina fina) (INCAP, 1961).

Ejemplo 1

- 20 Preparación de productos lácteos utilizando una harina de maíz ultrafina (partículas con fracciones de endosperma y germen con bajo contenido en fibra) como un auxiliar del procesamiento.

1) Para el uso durante el procesamiento del queso: Preparar una dispersión al 10 % mezclando 4,5 kilos de harina de maíz auxiliar o adyuvante del procesamiento (que contiene aproximadamente 5 % de grasa y aproximadamente 4 % de fibra dietética) en 40 kilos de agua caliente o leche entera caliente (de 3,0 % a aproximadamente 3,3 % de grasa) con mezclador continuo (un trimezclador o un cebador de leche proporciona una mezcla adecuada). Mezclar hasta que la dispersión de la harina ultrafina sea lisa y homogénea en apariencia. Establecer una temperatura de calentamiento de 60 °C a aproximadamente 85 °C durante 10 minutos a aproximadamente 30 minutos. Enfriar hasta 30 °C-32 °C y añadir una dispersión de harina enfriada al 2,5 % a la cuba de leche de quesería para obtener de aproximadamente 0,10 % a aproximadamente 0,25 % de sólidos de harina en la cuba de leche (200 kilos por lote). Seguir los procedimientos de fabricación estándar para los productos alimenticios de queso duro (cheddar) o blando (mozzarella, queso fresco y queso procesado) (Centro de procesamiento de alimentos - planta piloto, Universidad de Nebraska-Lincoln, 2004). La adición de esta dispersión de harina de maíz ultrafina en lugar de usar otros hidrocoloides dispersantes dio como resultado un aumento del rendimiento de queso de aproximadamente 3 % a aproximadamente 15 % tanto en sólidos totales como en humedad.

Si se preparan otros productos de queso cultivado se necesita una adición más alta para conseguir de un 0,25 % a aproximadamente 0,6 % de sólidos de harina. Se mejoraba el desarrollo de ácido y la firmeza cuando se aplicaba como auxiliar o adyuvante harina de maíz con el sistema de cultivo iniciador. En estos quesos americanos (duros) e italianos (blandos) la recuperación de suero será mayor (del 1 % al 2 %) que en aquellos donde la expresión de los sólidos del suero se ha practicado tradicionalmente. Sanchelima International Inc. tiene un proceso patentado (tratamiento continuo de gelificación inducida por calor) para incorporar una porción de proteínas solubles de suero en la cuajada de queso para el queso fresco latino y el cheddar (~ 20 % a ~ 13 % de rendimiento). Una ganancia de rendimiento real, a diferencia del rendimiento de agua, incorporará agua y grasa casi proporcionalmente a la proporción inicial de proteína en grasa en la leche entera (de aproximadamente 1,0 a aproximadamente 1,2) por cada kilo de suero recuperado. Si se mantienen todos los procedimientos de producción para producir el mismo tipo de queso, el rendimiento del queso cambiará de acuerdo con el porcentaje de humedad y proteína de suero precipitada en el producto final. Por lo tanto, la harina de maíz ultrafina utilizada como un auxiliar durante la fabricación de queso parece mantener la relación entre proteína total y grasa (de aproximadamente 0,8 a aproximadamente 1,1) en una funcionalidad física (efecto de retención de agua y grasa) con un complejo único de almidón y proteína formado por encima de la temperatura de gelatinización/gelificación (de aproximadamente 60 ° a 85 °C durante 10 a 30 minutos) de este gel de unión o auxiliar texturizante. Solo se han utilizado algunos polisacáridos (goma guar, alginato, carragenano, goma xantana y almidón) con unas pocas proteínas (gelatina, soja-globulina, caseína y suero) para formar geles o aditivos alimentarios (patente US-4.159.982, patente EP 0471408 y patente NZ-507.104).

2) Para el uso en quesos y pastas para untar reducidas en grasa: Preparar una dispersión de harina ultrafina al 5 % y añadir a la leche descremada inicial (de 1 % a aproximadamente 2 % de grasa) como se explicó anteriormente. Siguiendo los métodos estándar de elaboración de queso procesado y el auxiliar del procesamiento, no solo se redujo el contenido de grasa de 30 % a aproximadamente 45 %, sino que también

actuó como un sustituto/imitador de la grasa y un sustituto/extendedor de la proteína. Además, la textura y el aspecto se mejoran en la matriz de queso y se produce menos separación de grasa.

3) Para uso en productos lácteos bajos en grasa: Preparar una dispersión de harina ultrafina del 1 % al 5 % y añadir a la leche descremada pre-pasteurizada como se ha descrito anteriormente. Aplicar los procedimientos de fabricación estándar para los siguientes productos lácteos:

a) Crema agria baja en grasa: Reducción de grasas y calorías (66 %) con sensación en boca mejorada, textura suave y buen sabor emulsionado. También se reducen los defectos de sinéresis y viscosidad.

b) Yogur natural: textura mejorada y sensación en boca con separación reducida de suero en los alimentos.

c) Aderezo de queso cottage con bajo contenido de grasa: Reducción de la sinéresis del suero, así como de la viscosidad estructural y mejora de la textura similar a un alimento suave con contenido total de grasas y emulsionado (reducido en grasa: 50 %).

d) Mezcla de helado bajo en grasa/chocolate o vainilla: Las partículas ultrafinas gelatinizadas (con un endospermo bajo en fibra y fracciones de germen que contienen aproximadamente 5 % de grasa y 3,5 kcal/gramo) proporcionaron una textura rica/lisa a un helado bajo en grasa/con contenido total de grasas (2,7 % de grasa) sin notas de sabor.

Ejemplo 2

Preparación de alimentos a base de cereales utilizando un maíz fino (partículas con fracciones de endospermo y germen con alto contenido de fibra) y harina de salvado (partículas con fracciones de pericarpio y de endospermo amiláceas) como ingrediente a base de cereales.

1) Para el uso en aperitivos nuevos y en la fabricación de tortillas: Tanto la harina fina de maíz como la masa de harina (con fracciones de endospermo y germen con un alto contenido en fibra) hechas con el método presentado pueden ser rehidratadas con agua caliente desde una relación en peso de 1:1,0 a aproximadamente 1: 1,3 para una masa de maíz y de masa (contenido de humedad final del 50 % al 55 %) utilizada en la preparación de aperitivos industriales de tercera generación y alimentos horneados de tipo tortilla comerciales.

Si se prepara una harina de grano completo o integral para alimentos a base de cereales, entonces se puede mezclar uniformemente de aproximadamente un 5 % a aproximadamente un 10 % de harina de salvado en peso con una harina fina de maíz o harina de masa para aumentar su composición de fibra dietética de aproximadamente 3 % a aproximadamente 6 % (con 7 % a 9 % de fibra dietética como se describe para la harina de maíz nixtamalizada: patente US-6.764.699). Una definición de la AACC de grano entero (2004) requiere las mismas proporciones relativas de salvado, germen y endospermo que el grano original. Los ingredientes del grano entero pueden ser utilizados enteros, cocidos, molidos en harina y utilizados para hacer alimentos horneados y otros productos, o extruidos o en copos para hacer cereales para el desayuno. Un desafío es fabricar estos productos más atractivos que los productos de grano refinado y comunicar a la población en general sus atributos más saludables.

La FDA (1999 y 2002) y la AACC (2003) han reconocido una nueva alegación de salud para los alimentos integrales y productos horneados que pueden ser aptos para llevar las siguientes alegaciones: a) los alimentos ricos en fibra insoluble (hemicelulosa A/C, celulosa, almidón resistente y lignina) y bajos en grasas pueden reducir el riesgo de cáncer colorrectal (21 CFR 101.76) y b) los alimentos ricos en fibra soluble (hemicelulosa B ramificada o goma de cascarilla de maíz, b-glucano e hidrocólide) y bajos en grasas/colesterol también pueden disminuir el colesterol y reducir el riesgo de enfermedad cardíaca (21 CFR 101.77 y 81). Los productos horneados de cereales y los alimentos funcionales pueden conducir además a una reducción del riesgo de enfermedades crónicas o a mejorar el estado de salud corporal, por lo cual sus beneficios científicos se comunican al público y deben lograr sus efectos en cantidades que normalmente se podría esperar que se consumen en una dieta estándar. Por lo tanto, la industria alimentaria tiene la oportunidad de proporcionar un sistema basado en la función (FDA/DHHS-Food Labelling, 2004: 21 CFR 101.54) en lugar de alegaciones basadas en el producto, manteniendo su vida útil. Se ha pedido a la FDA que separe la fibra dietética de la declaración de carbohidratos totales en las etiquetas nutricionales para reducir la confusión (Mehta, 2005).

Según una alegación en la etiqueta Mision light®, aproximadamente 3,2 gramos/porción de fibra dietética (2 tortillas de maíz o 23 gramos en seco), añadiendo un ingrediente de fibra GRAS proporcionó una tortilla con un 25 % de calorías menos. Tres porciones de tortilla de fibra mejorada (hechas con harina Maseca® enriquecida) deben proporcionar aproximadamente el 30 % del valor diario (DV) de la FDA. Por otro lado, una tortilla de maíz nixtamalizada proporcionará aproximadamente 1,8 a 2,2 gramos de fibra/porción. Se estima que el consumo de tortilla de maíz por persona en México y Centroamérica es de alrededor de 240 gramos/día (10 tortillas o 125 gramos de harina), lo que representa al menos un 40 % de la ingesta calórica diaria.

2) Para uso en alimentos de trigo con menos calorías o un contenido reducido de gluten: Tanto la harina de salvado como el maíz fino obtenidos a partir del procedimiento mencionado anteriormente pueden mezclarse uniformemente con 45 % a 49 % en peso de harina de trigo para aumentar su formulación de ingrediente de aproximadamente 3 % a aproximadamente un 30 % de contenido de fibra dietética y de un 2 % a

- aproximadamente un 5 % de proteína sin gluten, respectivamente. Varios estudios epidemiológicos han definido sistemáticamente los alimentos integrales como aquellos productos alimenticios que comprenden más del 25 % de grano entero o de salvado en peso. Otros productos de grano incluyen pan oscuro, palomitas de maíz, harina de avena cocida, germen de trigo, salvado, cereales para el desayuno, arroz integral y trigo-bulgur. En Estados Unidos, sin embargo, la FDA especifica que los productos integrales cumplen el criterio del 51 % de grano entero en peso (Liu, 2003 y Anderson, 2004). Esta harina con menos calorías y contenido reducido de gluten puede usarse además como un ingrediente de base de cereales durante la fabricación estándar de alimentos a base de trigo tales como: galleta, biscuit, galleta salada, tentempiés (granola o fruta), pan plano, tortilla de harina, crumpet, muffin, empanada, panqueque, bulgur, bolas de masa hervida y fideos. Por lo tanto, una ingesta diaria de alimentos a base de trigo y a base cereales en polisacáridos no amiláceos (de harina de salvado que contiene 63 % de fibra dietética y 4 % de proteína) y endosperma con alto contenido de fibra (de harina de maíz fino que contiene 5 % de fibra dietética y 8 % de proteína) puede contribuir a una reducción de la ingesta total de calorías (del 25 % al 30 %) y en menor medida al consumo de gluten alergénico (del 15 % al 40 %). El salvado de maíz nixtamalizado (Maseca®) usado en galletas con bajo contenido en carbohidratos/gluten (60 % y 15 %, respectivamente) no solo disminuyó el colesterol LDL en cobayas, sino que también redujo los niveles de LDL y colesterol sérico hasta concentraciones normales (14 %) en varones adultos hipercolesterolémicos (11 %) del norte de México. estos consumieron galletas de salvado de maíz durante un estudio de 6 semanas (70 gramos de galletas/día con 55 % de salvado fino añadido que contiene 64 % de fibra total, 4 % de proteína, 2 % de grasa y 2 % de ceniza). De acuerdo con la FDA (21 CFR 101.9), el valor diario calórico depende de cada adulto (2.500 kcal a 2.000 kcal), incluyendo de aproximadamente 30 a 25 gramos de fibra dietética (pirámide alimentaria: 6 a 11 porciones de cereales/día: DHHS/USDA-Dietary guidelines, 1995). Además, un menor consumo de alimentos densos en energía (alto contenido de grasa/proteína y alto contenido de azúcar o almidón) y refrescos (azúcar sin azúcar) también reducirá las calorías diarias totales para mantener un peso saludable.
- En este método, la nueva precocción fisicoquímica da como resultado una reducción del 50 % al 70 % en sólidos de aguas residuales (0,5 % a 0,7 %), con los correspondientes menores costes de alcantarillado en comparación con los métodos industriales (1,5 % a 2,5 %). Los iones bisulfito y sulfito en la solución de auxiliar del procesamiento contribuyen a prevenir las reacciones indeseadas de formación de esporas bacterianas y de pigmentación durante el preacondicionamiento del maíz precocido. La cocción previa a baja temperatura (75 °C-90 °C) utilizando una solución de sulfitos (0,05 %-0,15 %) no solo ayuda a hidrolizar la fibra insoluble, el almidón y la proteína sino que también mejora su extracción de salvado para la harina integral. También disuelve los componentes de salvado, endospermo y germen sin usar una concentración baja de cal (Patente US-6.344.228. 6.387.437 y 6.428.828) o una concentración alta de sulfito (Patente US-6.322.836 y WO 2004/023892).
- Además se obtiene un rendimiento superior al 90 % de harinas de maíz ultrafinas y finas por kilogramo de maíz limpio, con la harina de maíz y la harina producidas por molienda en seco solo se obtiene un rendimiento del 65 % al 70 %, o un rendimiento del 80 % al 85 % en el caso de una harina de arepa integral (Patente US-6.326.045).
- A partir de lo anterior, será evidente que es posible fabricar harinas de maíz pregelatinizadas con un nuevo procedimiento continuo que es eficiente debido a la precocción del maíz con sulfitos y a la separación centrífuga por aire que proporciona harina ultrafina para productos lácteos y harina fina para alimentos a base de cereales, en las que se evitan las pérdidas de algunos de los nutrientes y sólidos que habrían estado presentes sino fuera por las características de esta invención.
- Debe entenderse que las realizaciones de esta invención ilustradas y descritas en detalle a continuación, son a modo de ilustración y no de limitación. Otros cambios y modificaciones son posibles y se presentarán a los propios expertos en la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso fisicoquímico para la producción de harinas de maíz ultrafinas pregelatinizadas que tienen un tamaño de partícula de 0,250 mm a 0,044 mm (con una malla de 60 a 325) para su uso como un auxiliar del procesamiento en la preparación de productos lácteos, que comprende las etapas de:
- 5
 10
 15
 20
- cocer previamente el grano de maíz limpiado con vapor de agua en una solución de sulfitación ácida que comprende al menos un componente de sulfito seleccionado del grupo que consiste en metabisulfito de sodio, hidrógeno sulfito de sodio y sulfito de sodio;
 lavar dicho grano de maíz previamente cocido con sulfito para eliminar sólidos solubles en las aguas residuales y estabilizar el contenido de humedad de dicho grano de maíz previamente cocido;
 moler dicho grano de maíz previamente cocido y lavado y secar dicho grano de maíz molido para la gelatinización parcial;
 enfriar y secar adicionalmente dicho grano de maíz molido y seco con aire limpio y
 separar dicho maíz molido para recuperar un triturado ultrafino de 0,250 mm a 0,044 mm (con una malla de 60 a 325) que comprende la harina de maíz ultrafina;
 en el que la etapa de separación se realiza utilizando un separador de aire centrífugo y comprende someter el maíz molido a una corriente ascendente de aire y separar la harina de maíz ultrafina del maíz molido no ultrafino basándose en las diferencias entre los efectos de las fuerzas aerodinámicas de arrastre impartidas por la corriente ascendente de aire sobre la harina de maíz ultrafina en oposición a dicho maíz molido no ultrafino.
2. El método de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de precocción usa sulfitos en una cantidad de 0,02 % a 0,15 % en peso del grano de maíz limpiado.
- 25
3. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa de separación separa la trituración ultrafina de una trituración gruesa, comprendiendo la trituración ultrafina fracciones de endospermo y germen con un bajo contenido de fibra y comprendiendo la trituración gruesa fracciones de endospermo, germen y salvado con un alto contenido de fibra.
- 30
4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende las etapas adicionales de:
- 35
- aspirar el triturado grueso para eliminar una fracción ligera de salvado de maíz;
 volver a moler el triturado grueso aspirado y
 reciclar las fracciones aspiradas y nuevamente molturadas de endospermo y germen con alto contenido de fibra del triturado grueso.
5. El método según la reivindicación 4, en el que la etapa de reciclado comprende tamizar el triturado grueso aspirado y nuevamente molturado en una fracción más fina, de 0,354 mm a 0,177 mm (con una malla de 45 a 80), para producir una harina de maíz fina adecuada para alimentos a base de cereales.
- 40
6. El método de la reivindicación 5, en el que dichas harinas de maíz ultrafinas y finas representan un rendimiento del 91 % al 96 % del peso total del grano de maíz.
- 45
7. El método de la reivindicación 5, que comprende la etapa adicional de volver a triturar la fracción ligera de salvado de maíz producida por la etapa de aspiración hasta menos de 0,354 mm (con una malla de 45) para producir una harina de salvado.
8. El método de la reivindicación 7, en el que dicha fracción ligera de salvado de maíz comprende de 3 % a 8 % de harina por kilogramo de grano de maíz.
- 50
9. El método de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende la etapa adicional de mezclar dicha harina de maíz fina con 5 % a 10 % en peso de dicha harina de salvado para producir una harina de maíz integral con un contenido aumentado de fibra dietética.
- 55
10. El método de la reivindicación 9, que comprende además las etapas de:
- 60
- mezclar dicha harina de salvado con 45 % a 49 % en peso de harina de trigo, para producir una harina integral parcial con un contenido calórico total reducido y
 fabricar al menos uno de alimentos a base de trigo y a base de cereales utilizando tanto la harina integral parcial como la harina integral de maíz.
- 65
11. El método de la reivindicación 7, que comprende además mezclar dicha harina de salvado con 45 % a 49 % en peso de harina de trigo, para producir una harina integral parcial con un contenido calórico total reducido.
12. El método de la reivindicación 1, en el que la harina de maíz ultrafina se usa como un auxiliar del procesamiento mediante la adición de la harina al producto lácteo en una cantidad de 0,10 % a 0,25 % en peso.

13. El método de la reivindicación 1, en el que la harina de maíz ultrafina se usa como un auxiliar del procesamiento mediante la adición de la harina al producto lácteo en una cantidad de 0,25 % a 0,60 %.

FIG. 1

