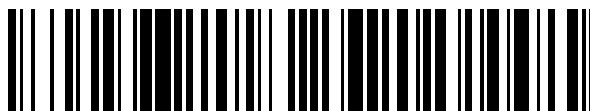


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 302**

51 Int. Cl.:

A21D 6/00	(2006.01)
A21D 13/02	(2006.01)
A23L 3/16	(2006.01)
B02B 1/00	(2006.01)
B02C 9/04	(2006.01)
B02C 23/08	(2006.01)
A23L 7/10	(2006.01)
A23L 7/152	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.02.2012 PCT/US2012/026490**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2012 WO12148543**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2012 E 12718439 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.02.2018 EP 2677875**

54 Título: **Harina integral estabilizada y método de fabricación**

30 Prioridad:

24.02.2011 US 201161457315 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.05.2018

73 Titular/es:

**INTERCONTINENTAL GREAT BRANDS LLC
(100.0%)
100 Deforest Avenue
East Hanover, NJ 07936, US**

72 Inventor/es:

**HAWLEY, DERWIN, G.;
HOWEY, EDWARD, D.;
CLEAVER, WILLIAM, H.;
BRAMBLE, DESIREE, S.;
HAYNES, LYNN, C.;
ZHOU, NING;
ZHAO, BIN;
HANSEN, TIMOTHY, S.;
CASSONE, DOMENICO, R. y
GABRIEL, SARWAT**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 666 302 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

Harina integral estabilizada y método de fabricación

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a composiciones y métodos para la producción de harina integral estabilizada y productos relacionados.

10 Antecedentes

Los productos alimenticios que contienen ingredientes de harina integral que tienen tamaños de partícula grandes pueden mostrar un aspecto y una textura gruesos y arenosos derivados del ingrediente de harina integral. De este modo, la producción en masa de harina integral implica la molienda de los granos enteros para obtener tamaños de partícula más pequeños y distribuciones del tamaño de partículas similares a las de la harina blanca. La mayor cantidad de molienda necesaria para obtener tamaños de partícula más pequeños, sin embargo, tiende a aumentar la inestabilidad de la harina integral y a aumentar el daño del almidón, dando como resultado una baja capacidad de procesamiento del alimento. La funcionalidad de la harina integral, especialmente para la producción de galletas, galletas saladas y cereales, se puede verse considerablemente comprometida en lo que respecta a la maquinabilidad de la masa y la diseminación de la galleta debido a cantidades significativas de almidón dañado y gelatinizado en la harina como resultado de la molienda fina.

De forma general, se sabe que las harinas de trigo integrales que contienen salvado y germen son menos estables que las harinas de trigo refinadas. El almacenamiento de las harinas de trigo integrales durante incluso un plazo tan corto como 30 días a 23,9 °C (75 °F) puede dar como resultado la aparición de aromas y sabores indeseables en productos fabricados con las harinas integral. En paralelo con la aparición de malos sabores se produce un aumento en la cantidad de ácidos grasos libres en las harinas, correlacionado con un aumento de la tasa de absorción de oxígeno de las harinas y la formación de los componentes oxidativos del enranciamiento. La disminución del tamaño de partícula aumenta la velocidad y la extensión del deterioro de los componentes del grano. Aunque el tratamiento con calor y humedad se ha utilizado habitualmente para inactivar enzimas responsables del deterioro de la harina, se ha demostrado recientemente que contribuyen al enranciamiento oxidativo tal como se mide por la formación de hexanal, un marcador habitual utilizado para detectar el enranciamiento oxidativo, en harina de avena. En consecuencia, a medida que la demanda de productos integrales aumenta, existe una necesidad creciente de una harina integral con una estabilidad durante el almacenamiento mejorada y mayores capacidades de procesamiento que también puedan satisfacer la preferencia de los consumidores en lo que respecta a textura, aspecto, y sensación en boca.

US-2009155439 describe un proceso de estabilización por extrusión mecánica para granos integrales.

US-2005255219 describe métodos para tratar granos de trigo para reducir las enzimas activas.

40 Sumario

La presente invención proporciona un método para la producción de una harina integral estabilizada y harinas integrales estabilizadas como se define en las reivindicaciones adjuntas al presente documento.

Según un primer aspecto, la presente invención proporciona un método para la producción de harina integral estabilizada que comprende: a) molturar los granos integrales para obtener una fracción de endospermo separada, como una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas separada del endospermo, y una fracción de salvado y de germen gruesa separada de la fracción de endospermo, y la fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, en donde dicha fracción de endospermo tiene un contenido de cenizas de 0,5 % en peso a 0,6 % en peso % y una distribución del tamaño de partículas de al menos 65 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros, teniendo dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas un contenido en ceniza de 0,6 % en peso a 2,0 % en peso y una distribución del tamaño de partículas de al menos 65 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a 10 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros, y dicha fracción de salvado y de germen gruesa tiene un contenido de cenizas superior a 2 % en peso y una distribución del tamaño de partículas de al menos 75 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, inferior o igual a 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de 15 % en peso a 25 % en peso, teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual a 149 micrómetros, b) moler dicha fracción de salvado y de germen gruesa sin dañar prácticamente el almidón de la fracción de salvado y de germen gruesa para obtener una fracción de salvado y de germen gruesa molida, en donde dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas no está molida, c) estabilizar dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida calentando dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida, para obtener una fracción de salvado y de germen fina estabilizada, y d) combinar dicha fracción de salvado y de germen fina estabilizada con dicha fracción de endospermo para obtener una harina integral estabilizada que tiene

una distribución del tamaño de partículas de 0 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros) e inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 70 (210 micrómetros), en donde dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas es de 3 % en peso a 15 % en peso y no se muele reduciendo de esta forma el daño al almidón y aumentando la eficacia de producción.

Preferiblemente, la fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas no se somete a reducción del tamaño de partículas adicional, y la fracción de salvado y de germen gruesa se somete a reducción del tamaño de partículas adicional, en donde dicha molienda de dicha fracción de salvado y de germen gruesa usa un proceso de molienda en dos etapas, en donde una primera etapa de molienda comprende colisiones entre partículas y una segunda etapa de molienda comprende molienda mediante reducción del tamaño mecánica y en donde las partículas más finas que una primera finura de la partícula no se someten a dicha segunda etapa de molienda, para producir una fracción de salvado y de germen gruesa molida, en donde en la etapa (c), dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida y dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas se estabilizan para obtener una fracción de salvado y de germen fina estabilizada que tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua inferior a 200 %, y en donde dicha harina integral estabilizada obtenida en la etapa (d) tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua inferior a 90 % y un contenido de hexanal inferior a 10 ppm después de 1 mes de almacenamiento acelerado a 95 °C, basado en el peso de la harina integral estabilizada.

En otro aspecto inventivo, la presente invención proporciona una harina integral estabilizada térmicamente que comprende una fracción de endospermo que tiene un contenido en ceniza de 0,5 % en peso a 0,6 % en peso %, una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas que tiene un contenido en ceniza de 0,6 % en peso a 2,0 % en peso, y una fracción de salvado y de germen gruesa que tiene un contenido de cenizas superior a 2 % en peso, teniendo la harina integral estabilizada térmicamente: a) una actividad lipasa inferior a 250 unidades/g hora de la harina integral estabilizada, donde una unidad es el número de micromoles (μM) heptanonato de 4-metilumbeliferilo (4-MUH) hidrolizado por hora por gramo de harina integral estabilizada, b) un contenido de acrilamida inferior a 45 ppb, basado en el peso de harina integral estabilizada, c) una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico) inferior a 90 %, d) un contenido de ácidos grasos libres inferior a 10 % en peso de los lípidos totales de la harina a los tres meses o inferior a 3000 ppm, basado en el peso de la harina integral estabilizada, y e) un contenido de hexanal inferior a 10 ppm después de 1 mes de almacenamiento acelerado a 95 °C, basado en el peso de la harina integral estabilizada, y una distribución del tamaño de partículas de 0 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a 10 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 70 (210 micrómetros).

Se describe en la presente memoria un método para aumentar la producción de un componente de salvado estabilizado sin dañar prácticamente el almidón que incluye las etapas de: a) molturar los granos integrales para obtener una fracción de endospermo, una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas que no se somete a reducción del tamaño de partículas adicional, y una fracción de salvado y de germen gruesa que se somete a reducción del tamaño de partículas adicional, b) moler la fracción de salvado y de germen gruesa para obtener una primera fracción de salvado y de germen gruesa molida y una segunda fracción de salvado y de germen gruesa molida, en donde la molienda de la fracción de salvado y de germen gruesa para obtener la segunda fracción gruesa molida comprende una primera etapa de molienda y una segunda etapa de molienda, comprendiendo la primera etapa de molienda una molienda por colisiones entre partículas, y comprendiendo la segunda etapa de molienda una molienda mediante reducción del tamaño mecánica, produciendo la primera etapa de molienda tanto la primera fracción de salvado y de germen gruesa molida, y una fracción gruesa molida de la primera etapa, en donde la fracción gruesa molida de la primera etapa se somete a la segunda etapa de molienda para obtener la segunda fracción gruesa molida, y la primera fracción gruesa molida no se somete a dicha segunda etapa de molienda, c) combinar la fracción de salvado y germen con bajo contenido en cenizas, la primera fracción de salvado y de germen gruesa molida, y la segunda fracción de salvado y de germen gruesa molida para obtener una fracción de salvado y germen fina combinada, y d) estabilizar la fracción de salvado y germen fina combinada para obtener una fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada.

Se describe en la presente memoria un componente de salvado estabilizado que comprende salvado, germen y almidón, siendo la cantidad de salvado al menos 50 % en peso, y siendo la cantidad de almidón de 10 % en peso a 40 % en peso, basado en el peso del componente de salvado estabilizado, teniendo el componente de salvado estabilizado: a) una distribución de tamaño de partículas inferior o igual a 15 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros), y superior o igual a 75 % en peso inferior o igual a 149 micrómetros, b) una actividad lipasa inferior a 250 unidades/g/hora del componente de salvado estabilizado, donde una unidad es el número de micromoles (μM) de heptanonato de 4-metilumbeliferilo (4-MUH) hidrolizado por hora por gramo de componente de salvado estabilizado, c) un contenido de acrilamida inferior o igual a 150 ppb, basado en el peso del componente de salvado estabilizado, d) una entalpía de fusión del almidón superior a 2 J/g, basado en el peso de la fracción gruesa molida estabilizada, medida por calorimetría de barrido diferencial (DSC), a una temperatura máxima de 60 °C a 65 °C, y e) una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico) inferior 200 %.

Preferiblemente, el método de la invención es un método para producir harina integral estabilizada que incluye endospermo, salvado y germen, sin dañar prácticamente el almidón que comprende: en donde dicha fracción de salvado y de germen gruesa tiene un residuo de endospermo, en donde en la etapa (b) dicha fracción de salvado

y de germen gruesa, incluido dicho resto de endospermo en una cantidad de 5-10 % del endospermo en los granos enteros, se muele para minimizar el daño que se produce al almidón y para producir la fracción de salvado y de germen gruesa molida, comprendiendo además hidratar dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida y dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas hasta un contenido de humedad de 10 % a 20 % en peso, basado en el peso de la fracción, en donde en la etapa (c) hasta 10 % de dicho residuo de endospermo de dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida se somete a estabilización para evitar la gelatinización del almidón, y 80-100 % del salvado y el germen se someten a estabilización para reducir la actividad lipasa y lipoxigenasa, para producir una harina integral estabilizada que tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua inferior a 90 % y un contenido de hexanal inferior a 10 ppm después de 1 mes de almacenamiento acelerado a 95 °C, basado en el peso de la harina integral estabilizada.

Se describe en la presente memoria un método para la producción de la harina integral estabilizada descrita, que incluye las etapas de: a) molturar los granos enteros para obtener una fracción de endospermo, una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y una fracción de salvado y de germen gruesa, b) moler la fracción de salvado y de germen gruesa sin dañar prácticamente el almidón de la fracción de salvado y de germen gruesa para obtener una fracción de salvado y de germen gruesa molida, (c) hidratar la fracción de endospermo para obtener un contenido de humedad de 10 % a 14,5 % en peso, basándose en el peso de la fracción de endospermo, (d) hidratar la fracción de salvado y de germen gruesa molida para obtener un contenido de humedad de 10 % a 20 % en peso, basado en el peso de la fracción de salvado y de germen gruesa molida; e) estabilizar la fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y la fracción de salvado y de germen gruesa molida, para obtener una fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada, y f) combinar la fracción de salvado y de germen fina estabilizada con dicha fracción de endospermo para obtener una harina integral estabilizada con daño del almidón reducido.

Se describe en la presente memoria un método para la producción de harina integral estabilizada que comprende: a) molturar los granos integrales para obtener una fracción de endospermo, una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y una fracción de salvado y de germen gruesa, b) moler la fracción de salvado y de germen gruesa usando un proceso de molienda en dos etapas, en donde una primera etapa de molienda comprende moler mediante colisiones entre partículas y una segunda etapa de molienda comprende moler mediante reducción del tamaño mecánica, en donde las partículas de una primera finura de partícula se clasifican durante o después de la primera etapa de molienda y no se someten a la segunda etapa de molienda, para crear una fracción de salvado y de germen gruesa molida con daño del almidón reducido, d) estabilizar la fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y la fracción de salvado y de germen gruesa molida, para obtener una fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada, y e) combinar la fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada con la fracción de endospermo para obtener una harina integral estabilizada con daño del almidón reducido.

Se describe en la presente memoria un método para moler salvado y germen procedente de granos enteros, que comprende: a) molturar una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y una fracción de salvado y de germen gruesa, b) moler dicha fracción de salvado y de germen gruesa sin dañar prácticamente el almidón de la fracción de salvado y de germen gruesa para obtener una fracción de salvado y de germen gruesa molida, (c) hidratar la fracción de salvado y de germen gruesa molida para obtener un contenido de humedad de 10 % a 20 % en peso, basado en el peso de la fracción de salvado y de germen gruesa molida, y d) estabilizar la fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y la fracción de salvado y de germen gruesa molida, para obtener una fracción de salvado y de germen fina estabilizada, que tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico) inferior a aproximadamente 200 %.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 muestra un diagrama esquemático del flujo de proceso en bloques para la producción de harina integral estabilizada según una realización de la invención.

La Fig. 2 muestra un diagrama esquemático de un aparato que se puede utilizar en una realización de la invención para producir harina integral estabilizada.

Descripción detallada de la invención

Excepto en los ejemplos, o donde se indique de forma expresa otra cosa, todas las cantidades numéricas en esta descripción que indican cantidades de material y/o uso deben entenderse como modificadas por el término "aproximadamente" en la descripción del alcance más amplio de la invención. Se prefiere generalmente la práctica en los límites numéricos indicados.

Se entiende también que la presente invención no está limitada a las realizaciones y métodos específicos descritos a continuación, ya que los componentes y/o condiciones específicas pueden, por supuesto, variar. Además, la terminología utilizada en el presente documento se usa solo a fines de describir realizaciones concretas de la presente invención y no se pretende que la limiten en ningún modo. En particular, las figuras no están dibujadas a escala.

Debe señalarse también que, como se usa en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, la forma singular “un” “uno/a” y “el” comprende los referentes plurales a no ser que el contexto dicte claramente otra cosa. Por ejemplo, la referencia a un componente en el singular, se pretende que comprenda una pluralidad de componentes.

5 El término “grano entero” incluye el grano en su totalidad, por ejemplo, como grano de trigo o endospermo, antes de cualquier procesamiento. Como ha indicado la U.S. Food and Drug Administration (FDA) en el proyecto de directrices del 15 de febrero de 2006, y como se usa en el presente documento, el término “grano entero” incluye granos de cereales que consisten en el fruto intacto, molido, partido o en forma de copos de los granos cuyos componentes principales -el endospermo amiláceo, el germen y el salvado- están presentes en las mismas
10 proporciones relativas en que existen en el grano intacto. La FDA reseñó que dichos granos pueden incluir cebada, alforfón, trigo bulgur, maíz, mijo, fleo, centeno, avena, sorgo, trigo y arroz silvestre.

El término “producto de harina de trigo refinada” es una harina de trigo que cumple los estándares de la FDA para un producto de harina de trigo refinada de un tamaño de partículas en que no menos de 98 % pasa a través de un
15 tamiz de malla U.S. 70 (210 micrómetros).

El término “molturación” como se usa en la presente memoria incluye las etapas de estiramiento, rotura, tamizado y clasificación del grano entero para separarlo en sus partes constituyentes, que puede dar también como resultado alguna reducción del tamaño de partículas de las partes constituyentes.
20

El término “molienda” como se usa en la presente memoria incluye cualquier proceso dirigido a reducir el tamaño de partículas, incluyendo, aunque no de forma limitativa las partículas que colisionan entre sí o reducir mecánicamente el tamaño de partículas.
25

El término “atemperación” como se usa en el presente documento es el proceso de añadir agua al trigo antes de la molienda para endurecer el salvado y suavizar el endospermo del grano y de este modo mejorar la eficacia de separación de la harina.
30

El término “hidratación posterior” como se usa en la presente memoria se refiere a la etapa de ajustar la hidratación posterior a la molturación o posterior a la molienda para ajustar el contenido de humedad de un constituyente individual y/o ajustar el contenido de humedad de la harina final.
35

Harina integral y el problema de enranciamiento

35 Como se ha expuesto anteriormente, el problema del enranciamiento es un problema que limita el período de validez de las harinas integrales. Se han propuesto varias teorías, algunas de las cuales se detallan a continuación, pero no se pretende que ninguna de ellas limite cualquiera de las realizaciones descritas en la presente memoria.

El enranciamiento en productos de cereales puede deberse a reacciones de degradación hidrolítica (enzimática) u oxidativa, o ambas. A menudo, la hidrólisis puede predisponer a los productos al posterior enranciamiento oxidativo. La naturaleza ha proporcionado numerosos rasgos protectores a las semillas para prevenir el enranciamiento y el deterioro, permitiendo a las semillas sobrevivir a periodos de condiciones adversas antes de alcanzar un entorno adecuado para la germinación y el crecimiento. Es menos probable que aparezca enranciamiento cuando los materiales lípidos, por ejemplo, aceite de semillas, no pueden interactuar con reactivos o catalizadores tales como aire y enzimas. Un rasgo protector de los granos de cereales es la provisión de compartimentos separados para almacenar lípidos y enzimas de forma que no puedan interactuar.
40
45

La molienda de los granos de cereales supone destruir los compartimentos separados, el salvado, el germen y el endospermo, de forma que los componentes lípidos y enzimáticos del grano pueden interactuar, aumentando en gran medida la aparición de enranciamiento. El aumento de la molienda para reducir la arenosidad causada por las partículas de salvado tiende a aumentar el área superficial, reducir la encapsulación natural de los lípidos, y aumentar la interacción entre los lípidos y los componentes enzimáticos, aumentando de esta forma la aparición de enranciamiento.
50

Por lo tanto, las harinas de extracción alta, esto es, las que contienen cantidades sustanciales de salvado y germen, son menos estables que las harinas blancas. El almacenamiento prolongado de las harinas de extracción alta a menudo conduce a la aparición de enranciamiento. El enranciamiento incluye factores de calidad adversos derivados directa o indirectamente de las reacciones con los lípidos endógenos, que producen una reducción en la calidad de horneado de la harina, sabores y olores desagradables, y/o propiedades funcionales inaceptables. Una razón principal para la aparición de enranciamiento en las harinas de extracción alta es la degradación enzimática de aceites naturales inestables. En la porción de los granos utilizada para fabricar las harinas de extracción alta existe un importante suministro de aceites naturales inestables. Las harinas blancas, por otra parte, contienen poca o ninguna cantidad de aceites o grasas naturales inestables porque se fabrican predominantemente a partir de la parte del endospermo de los granos y suelen estar prácticamente exentas de salvado y germen.
55
60

Otro motivo de enranciamiento supone un problema mayor en los productos derivados de harina que contiene salvado y germen, esto es, el salvado y el germen contienen las enzimas implicadas en la degradación de lípidos catalizada por
65

enzimas. Una de las enzimas, lipasa, produce enranciamiento hidrolítico en productos molturados de trigo natural no germinado. La lipasa se encuentra casi exclusivamente en el componente de salvado. La otra enzima degradadora de lípidos clave, lipoxigenasa (LPO), está presente casi exclusivamente en el germen y también está implicada en la aparición de enranciamiento. Por lo tanto, las harinas de trigo que contienen salvado o harinas graham son mucho más susceptibles a la aparición de enranciamiento que las harinas blancas que contienen poca o ninguna cantidad de salvado y germen.

La degradación de lípidos catalizada por enzimas que se produce en las harinas de trigo de extracción alta, que produce enranciamiento en este tipo de harina, se considera producida por la acción de la lipasa seguida por la acción de la LPO. Cuando la lipasa, la enzima que se encuentra casi exclusivamente en la porción del salvado del grano, se activa durante la molienda, reacciona con los aceites inestables que se encuentran de modo natural en el grano y descompone los aceites inestables a sus ácidos grasos libres (FFA). Este proceso puede tardar semanas o incluso meses. A continuación, LPO, la enzima que se encuentra casi exclusivamente en la porción del germen del grano desnudo, oxida los FFA en presencia de oxígeno, produciendo productos de descomposición volátiles tales como peróxidos que, a su vez, generan aldehídos de enranciamiento. En ausencia de humedad, la oxidación de los FFA es también un proceso muy lento que puede durar incluso varias semanas hasta que se puedan detectar cantidades notables de los aldehídos de enranciamiento. Sin embargo, en presencia de humedad, o agua, que se añade normalmente a la harina de trigo en grandes cantidades durante la etapa de amasado, la oxidación catalizada por enzimas de los ácidos grasos libres tiende a proceder en gran medida muy rápidamente, causando la formación de grandes cantidades de aldehídos rancios en un plazo de solo unos pocos minutos.

Solución al enranciamiento y problemas relacionados

En referencia al problema del enranciamiento y los problemas relacionados con la inestabilidad de la harina, se describen diferentes procesos para fabricar harinas integrales estabilizadas que contienen proporciones naturales de salvado, germen, y endospermo, con tasas o rendimientos de producción elevados incluso con tamaño de partículas muy finas, de forma que la producción de harina de trigo integral en la que no más de 98 % atraviesa un tamiz de malla US 70 (210 micrómetros). En diferentes realizaciones, las harinas integrales estabilizadas se producen con bajos grados de daño al almidón debido a la abrasión y bajos grados de gelatinización del almidón debido al tratamiento con calor y humedad. Dichas harinas de trigo integral estabilizadas presentan funcionalidades de amasado y horneado, y tamaños de partícula que se acercan a los de la harina de trigo refinada blanca. Se pueden usar en la producción coherente masiva de masas muy maquinables y amasables para fabricar productos horneados tales como galletas, galletas saladas, y aperitivos con excelente dispersión en el horno y aspecto, y sin una sensación en boca arenosa.

En diferentes realizaciones, harinas integrales estabilizadas, tales como harina de trigo integral finamente molida, y un componente de salvado estabilizado muy finamente molidos presentan una sorción de carbonato sódico-agua inesperadamente baja, y un período de validez inesperadamente prolongado, con un contenido en ácidos grasos libres y un contenido de hexanal a 1 mes o más en condiciones de almacenamiento acelerado inesperadamente bajo. Se consigue un elevado nivel de inactivación de enzimas, reteniendo niveles inesperadamente elevados de nutrientes esenciales, tales como antioxidantes y vitaminas que se pierden durante los tratamientos de estabilización a alta temperatura. Por otro lado, la formación de acrilamida se controla a niveles inesperadamente bajos. Las descripciones de los casos codependientes de la publicación de solicitud de patente n.º 20070292583, y la publicación de solicitud de patente internacional n.º WO 2007/149320, cada una de Haynes et al, se refieren a dicha materia sujeto.

Un aspecto de la invención proporciona métodos para la producción de alta velocidad de un componente de salvado estabilizado finalmente molido, tal como un componente de trigo muy enriquecido en salvado, y una harina integral estabilizada finamente molida que contiene el componente de salvado estabilizado, tal como una harina de trigo integral estabilizada que contiene el componente de salvado de trigo estabilizado, sin dañar prácticamente el almidón o afectar negativamente la funcionalidad del horneado. La producción de las tres fracciones, y separación del salvado y germen molidos que es lo suficientemente fino para el componente de harina integral o salvado de forma que evita la molienda repetida del salvado y el germen aumenta el rendimiento, evita el daño del almidón y libera enzimas tales como lipasa y lipoxigenasa que puedan estar presentes en los anteriores desde la trituración o molienda, que puede causar enranciamiento. Los procesos de molturación, molienda y estabilización proporcionan una reducción sustancial de la actividad lipasa y de la actividad lipoxigenasa, y una formación de ácidos grasos libres, hexanal y acrilamida inesperadamente baja. Por otro lado, se consigue una retención de nutrientes inesperadamente elevada, tales como vitaminas y antioxidantes en el componente de salvado estabilizado y harina integral estabilizada, tal como harina de trigo integral estabilizada. Las condiciones de molienda y molturación y las condiciones de estabilización no afectan negativamente la maquinabilidad de la masa o la funcionalidad de horneado de la harina integral estabilizada incluso aunque se obtengan tamaños finos de la harina integral. El componente de salvado estabilizado tiene un bajo contenido de almidón con una baja relación de unión al yodo, bajo daño del almidón y gelatinización del almidón, y una baja capacidad de retención de disolvente (SRC) incluso aunque se obtienen tamaños de partícula fina en el componente de salvado. La harina de trigo integral finamente molida, que contiene las proporciones naturales de endospermo, salvado y germen análogas a las del grano intacto, tiene una capacidad de retención del disolvente (SRC) inesperadamente baja, bajo daño del almidón y bajo grado de gelatinización, y un período de validez inesperadamente prolongado.

Según un aspecto inventivo, solamente una pequeña porción del endospermo de la harina integral, tal como la harina de trigo integral, se somete a molienda en presencia del salvado y el germen, y solamente porciones del

5 salvado y el germen se someten a la molienda multietapa para reducir el daño del almidón. Además, solamente esa pequeña porción del endospermo se somete a estabilización por calentamiento, para reducir sustancialmente la gelatinización del almidón. Sin embargo, al menos una parte sustancial del salvado y el germen de la harina integral, tal como la harina de trigo completa, se somete a estabilización por calentamiento, para reducir sustancialmente la actividad lipasa y lipoxigenasa. Se puede fabricar un producto integral a partir de la harina integral estabilizada, tal como harina de trigo integral estabilizada, que tiene una textura inesperadamente no arenosa superior, y diseminación de la galleta en el horno. En realizaciones de la invención, las tasas de producción de la harina integral estabilizada finamente molida, tal como harina de trigo integral estabilizada, puede ser al menos de 13607771,1 g/h, (30.000 lb/h) preferiblemente al menos aproximadamente de 20411656,65 g/h (45.000 lb/h).

10 Las tres fracciones utilizadas incluyen dos fracciones de salvado y germen y una fracción de endospermo, que se obtienen de la molienda de granos de cereal entero en operaciones de rotura, operaciones de estirado suave y operaciones de tamizado. Solamente una de las tres fracciones o corrientes, una fracción de salvado y de germen gruesa se somete a molienda. Las dos fracciones restantes, una fracción de endospermo y una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, no se someten a molienda. La fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas es lo suficientemente fina para no necesitar someterse a molienda, reduciéndose de esta forma el daño del almidón y aumentando la producción con una carga de equipo de molienda reducida. La fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas se obtiene en operaciones de estirado suave y en operaciones de tamizado en las que no se emplea molienda por molinos de molienda. La fracción de salvado y de germen gruesa molida, y la fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas se pueden combinar, someterse a estabilización, y la fracción de germen y salvado estabilizada se puede combinar con la fracción de endospermo para obtener una harina integral estabilizada.

25 Como se muestra esquemáticamente en la Fig. 1, la harina integral estabilizada se puede producir por molturación de granos enteros para obtener una fracción 1 de endospermo o corriente 4, una fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas o corriente 5, y una fracción 3 de salvado y de germen gruesa o corriente 6. La fracción 3 de salvado y de germen gruesa se muele sin dañar prácticamente el almidón de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa para obtener una primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida y una segunda fracción 11 de salvado y de germen gruesa molida. La fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas que se obtiene por molturación de los granos enteros no se muele, reduciendo de esta forma el daño del almidón y aumentando el rendimiento o la producción de la harina 17 integral estabilizada.

35 En una realización preferida, cada una de la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida, la segunda fracción de salvado y de germen gruesa molida 11, y la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas puede tener una distribución de tamaño de partículas finas prácticamente igual a la distribución del tamaño de partículas de la fracción 1 de endospermo. Por ejemplo, cada una de las fracciones 2, 8, y 11 tiene una distribución del tamaño de partículas de 0 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 10 o más preferiblemente 5 % en un tamiz normalizado malla n.º US 70 (210 micrómetros).

40 La fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida, y la segunda fracción 11 de salvado y de germen gruesa molida se pueden transportar mediante el uso de equipos de conducciones y transporte convencionales, y combinarse usando mezcladoras y equipos de transporte convencionales, tales como un transportador de tornillo, para obtener una fracción 12 de salvado y germen fina combinada. La fracción 12 de salvado y germen fina combinada se puede estabilizar en una operación 14 de estabilizado para obtener una fracción 15 de salvado y germen fina combinada estabilizada. La fracción 15 de salvado y de germen fina estabilizada se puede combinar con la fracción 1 de endospermo usando equipo 16 de mezclado y transporte convencional, tales como un transportador de tornillo, para obtener una harina 17 integral estabilizada.

50 La harina 17 estabilizada integral tiene una distribución del tamaño de partículas de 0 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 10 o 5 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 70 (210 micrómetros). En una realización adicional de la invención, la harina 17 integral estabilizada puede tener una distribución de tamaño de partículas de hasta a aproximadamente 100 % a través de un tamiz normalizado malla n.º US 70 (210 micrómetros). Además, la harina 17 integral estabilizada puede tener también una distribución del tamaño de partículas de al menos 75 % en peso, preferiblemente al menos 85 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 90 % en peso a aproximadamente 98 % en peso, integral o igual a 149 micrómetros e integral o igual a 5 % en peso superior a 250 micrómetros.

Producción de las tres fracciones

60 En una realización para fabricar una harina integral estabilizada, tal como harina de trigo integral estabilizada, y un componente de salvado estabilizado, los granos de cereal entero se pueden molturar para obtener la fracción 1 de endospermo, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la fracción 3 de salvado y de germen gruesa.

65 En otra realización, la fracción 1 de endospermo puede tener una distribución del tamaño de partículas de 0 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 20 % en

5 peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso en un tamiz normalizado malla n.° US 70 (210 micrómetros). La fracción 1 de endospermo puede tener también una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 65 % en peso, por ejemplo, al menos aproximadamente 75 % en peso, preferiblemente al menos aproximadamente 85 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros. La fracción 1 de endospermo puede tener, en base sólida, un contenido de almidón de aproximadamente 85 % en peso a aproximadamente 95 % en peso de almidón, y un contenido de cenizas de aproximadamente 0,5 % en peso a aproximadamente 0,6 % en peso de cenizas, basado en el peso de la fracción 1 de endospermo. La cantidad de germen presente en la fracción 1 de endospermo puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de la fracción 1 de endospermo puede ser de aproximadamente 60 % en peso a aproximadamente 80 % en peso, generalmente de aproximadamente 60 % en peso a aproximadamente 75 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 60 % en peso a aproximadamente 69 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 65 % en peso a aproximadamente 68 % en peso, basado en el peso total de la fracción 1 de endospermo, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la fracción 3 de salvado y de germen gruesa, o el peso del grano entero.

20 En una realización adicional, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas puede tener una distribución del tamaño de partículas inferior o igual al 15 % en peso, preferiblemente inferior o igual al 12 % en peso, con máxima preferencia 0 % en peso en un tamiz normalizado malla U.S. N.° 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo, inferior o igual a aproximadamente 35 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso, con máxima preferencia inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso en un tamiz normalizado malla U.S. N.° 70 (210 micrómetros). La fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas tiene una distribución del tamaño de partículas de al menos 65 % en peso, preferiblemente al menos aproximadamente 75 % en peso, con máxima preferencia al menos aproximadamente 85 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a 10 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 7 % en peso, con máxima preferencia inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros. La fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas puede tener, en base sólida, un contenido de almidón de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 75 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 70 % en peso, más preferiblemente de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 50 % en peso de almidón, y un contenido de cenizas superior a 0,6 % en peso, generalmente de aproximadamente 0,75 % en peso a aproximadamente 2,0 % en peso de cenizas, basado en el peso de la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas. La cantidad de germen presente en la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas puede ser de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, basado en el peso total de la fracción 1 de endospermo, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la fracción 3 de salvado y de germen gruesa, o el peso del grano entero.

40 La fracción 3 de salvado y de germen gruesa tiene una distribución del tamaño de partículas de al menos 75 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, inferior o igual a 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de 15 % en peso a 25 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual a 149 micrómetros. La fracción 3 de salvado y de germen gruesa puede tener, en base sólida, un contenido de almidón de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, y un contenido de cenizas superior a 2 % en peso, basado en el peso de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa. La cantidad de germen presente en la fracción 3 de salvado y de germen gruesa puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa puede ser de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 37 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 22 % en peso a aproximadamente 28 % en peso, basado en el peso total de la fracción 1 de endospermo, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la fracción 3 de salvado y de germen gruesa, o el peso del grano entero.

55 En consecuencia, en una realización, la molturación del grano entero, tal como el trigo, proporciona de aproximadamente 60 % en peso a aproximadamente 80 % en peso, generalmente de aproximadamente 60 % en peso a aproximadamente 75 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 60 % en peso a aproximadamente 69 % en peso, de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 37 % en peso, por ejemplo de aproximadamente 22 % en peso a aproximadamente 28 % en peso de fracción 3 de salvado y de germen gruesa, basado en el peso del grano entero, donde los porcentajes de peso de las tres fracciones totaliza 100 % en peso.

65 En otra realización, la fracción 1 de endospermo, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la fracción 3 de salvado y de germen gruesa para fabricar una harina integral estabilizada, tal como harina de trigo integral estabilizada, y un componente de salvado estabilizado, se puede obtener a partir de granos 322 de cereal entero como se muestra en la Fig. 2. Los granos 322 de cereal entero pueden estar atemperados o no atemperados, pero preferiblemente son granos de cereal entero naturales no atemperados,

que se han limpiado mediante lavado con agua. Pueden emplearse granos de cereal entero con contenidos de humedad de aproximadamente 8 % a aproximadamente 15 % en peso, con contenidos de humedad de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14,5 % en peso prefiriéndose para fines de molturación o molienda, y prefiriéndose particularmente contenidos de humedad de aproximadamente 12,5 % en peso a aproximadamente 13,5 %. Si existe demasiada poca humedad en los granos, los granos pueden fragmentarse indeseablemente y originar daños al almidón. Una cantidad de humedad demasiado elevada puede volver al grano susceptible a una excesiva gelatinización del almidón y puede hacer también que los granos sean difíciles de molturar y/o moler. Por estos motivos, se prefieren contenidos de humedad del grano de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14,5 % en peso exactamente antes de las etapas de molturación o molienda. Si el contenido de humedad del grano es demasiado bajo, puede añadirse humedad a los granos secos antes de las etapas de molturación o molienda para aumentar el contenido de humedad hasta un nivel aceptable. La adición de humedad se puede conseguir de una manera convencional atemperando los granos pulverizando agua sobre sus superficies y dejando que se humedezcan. Los granos enteros naturales, tales como los granos de trigo, tienen en general un contenido de humedad de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14,5 % en peso. En consecuencia, en una realización preferida, no es necesario atemperar todos los granos para conseguir un contenido de humedad deseado durante las etapas de molturación o molienda.

Los granos enteros contienen principalmente el endospermo, el salvado, y el germen, en proporciones decrecientes, respectivamente. En los granos de cereal entero, por ejemplo, con una humedad de campo de aproximadamente 13 % en peso, el endospermo o almidón constituye aproximadamente 83 % en peso, el salvado constituye aproximadamente 14,5 % en peso, y el germen constituye aproximadamente 2,5 % en peso, basándose en el peso del grano intacto. El endospermo contiene el almidón, y tiene menos contenido de proteína que el germen y el salvado. Tiene también poca grasa bruta y constituyentes de cenizas. El salvado (pericarpio o cáscaras) es la pared del ovario maduro que está por debajo de la cutícula, y comprende todas las capas celulares externas por debajo del revestimiento de la semilla. Tiene muchos polisacáridos no de almidón, tales como celulosa y pentosanos. El salvado o pericarpio tiende a ser muy duro debido a su alto contenido en fibra y transmite una sensación en boca seca, arenosa, particularmente cuando están presentes en tamaños de partículas grandes. Contiene también la mayoría de lipasas y lipooxigenasas del grano y necesita ser estabilizado. A medida que aumenta la extensión de la molienda o molturación, el tamaño de partículas del salvado se aproxima al tamaño de partículas del almidón, haciendo que el salvado y el almidón sean más difíciles de separar. También, el daño del almidón tiende a aumentar debido a una mayor entrada de energía mecánica, y la aspereza del salvado en comparación con el endospermo, y la ruptura de los gránulos de almidón. También, el almidón dañado mecánicamente tiende a ser más susceptible a la gelatinización. El germen se caracteriza por su alto contenido en aceite graso. Es también rico en proteínas brutas, azúcares, y constituyentes de cenizas. Preferiblemente, el germen se somete a estabilización junto con el salvado para inactivar la posible lipasa y lipoxigenasa que pueda estar presente en los anteriores por la molienda o molturación, o evitando la sustancial destrucción de los nutrientes naturales.

Como se muestra en la Fig. 2, la producción de las tres fracciones 1, 2, y 3 puede incluir desplazar, mediante equipos de conducción y transporte convencionales, una cantidad de los granos enteros 322 tales como trigo, a través de una pluralidad de conjuntos de rodillos de rotura o rodillos de molturación, y rodillos lisos y tamices destinados a proporcionar granos molturados. Cuantos más rodillos de rotura se utilicen, más almidón o endospermo se libera, y el salvado tiende a permanecer en partículas más gruesas y grandes que el endospermo. Durante la operación de rotura, las partículas de salvado tienden a aplanarse mientras el endospermo tiende a fragmentarse en gránulos de almidón individuales. Los granos molturados se pueden clasificar en tamices, cribas o clasificadores para recoger partículas con una primera distribución de partículas finas y/o distribuciones de tamaño de partículas adicionales según sea necesario. La primera distribución de partículas finas y otras distribuciones retienen partículas con una distribución de tamaño de partículas gruesas para molturación y molienda adicional, y las partículas análogas más finas que la primera distribución de tamaño de partícula no se somete a dicha segunda etapa de molienda para producir una fracción molida gruesa. En realizaciones preferidas de la invención, la molienda de los granos enteros 322 puede incluir someter los granos o granitos enteros no atemperados a cuatro o más operaciones de rotura y estirado y a cuatro o más operaciones de clasificación. Como se muestra en la Fig. 2, los granos enteros o 322 se pueden someter a una pluralidad de operaciones de rotura, 300, 302, una pluralidad de operaciones 304, 306, 308 de laminación, y una pluralidad de operaciones 301, 303, 305, 307, 309 de clasificación para obtener la fracción 1 de endospermo, fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y fracción 3, 332, 333 de salvado y de germen gruesa. Los clasificadores 301, 303, 305, 307, 309 están dispuestos de forma alternante en serie con los rodillos 300, 302 de rotura, y rodillos lisos 304, 306, 308 como se muestra en la Fig. 2.

Las corrientes 323, 325, 327, 329, y 330 de salida procedentes de los rodillos de rotura y rodillos lisos 300, 302, 304, 306, 308, respectivamente, están por lo general crecientemente enriquecidos en salvado a medida que el endospermo se retira en los clasificadores 301, 303, 305, 307, y 309, respectivamente. El clasificador más grueso, o mayor que las corrientes 324, 326, 328, 330, y 332/333 de salida procedentes de los clasificadores 301, 303, 305, 307, y 309, respectivamente, pueden estar crecientemente enriquecidos en salvado más grueso y se han sometido progresivamente a una mayor reducción de tamaño en los rodillos sin utilizar un molino de molienda.

En otro aspecto inventivo, un componente de salvado estabilizado que tiene salvado, germen y almidón, siendo la cantidad de salvado al menos aproximadamente 50 % en peso, y siendo la cantidad de almidón de aproximadamente 10 % en peso

a aproximadamente 40 % en peso, basado en el peso del componente de salvado estabilizado está provisto de una distribución de tamaño de partículas finas de 0 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 70 (210 micrómetros).

5 Como se muestra en la Fig. 2, la fracción 1 de endospermo se puede producir con las roturas 300 y 302, cada una de las cuales puede incluir dos conjuntos de rodillos de rotura, y rodillos lisos 304, 306, pero no los rodillos 308 lisos finales, y por las operaciones 301, 303, 305, y 307 de clasificación, pero no la operación 309 de clasificación. Como se muestra en la Fig. 2, el clasificador más fino que las corrientes 360, 362, 364, y 366 de salida procedentes de los clasificadores 301, 303, 305, y 307, contribuyen respectivamente a la producción de la fracción 1 de endospermo. En realizaciones de la invención, se pueden emplear corrugaciones opacas sobre cada rodillo de cada pareja de los rodillos de rotura para reducir la dispersión del endospermo tras la rotura de los granos, reducir el daño del almidón durante las operaciones de rotura, y conseguir una distribución del tamaño de partícula más grande para las fracciones.

15 La fracción 2 de salvado y germen con bajo contenido en cenizas, como se muestra en la Fig. 2, también se puede producir con los rodillos lisos 304, 306, 308 y las operaciones 305, 307, 309 de clasificación, pero no se produce en las roturas 300, 302, o sus respectivas operaciones 301 y 303 de clasificación. Como se muestra en la Fig. 2, el clasificador de las corrientes 370, 372, y 374 de salida de finos, procedentes de los clasificadores 305, 307, y 309, respectivamente contribuyen a la producción de la fracción 2 de salvado y germen con bajo contenido en cenizas. Generalmente, el clasificador de las corrientes 370, 372 de salida de finos, puede ser más grueso que el clasificador más fino que las corrientes 360, 362 de salida, respectivamente, procedente de las operaciones 305 y 307 de los clasificadores y se puede obtener de diferentes cribas incluidas en la misma operación de clasificación. Como se muestra en la Fig. 2, el clasificador de la corriente 374 de salida de finos procedente del clasificador 309 contribuye a la fracción 2 de salvado y germen con bajo contenido en cenizas, pero el clasificador más grueso o más grueso que las corrientes 332 y 333 de salida procedente de la operación 309 de clasificación constituye la fracción 3 de salvado y de germen gruesa. La fracción de salvado y germen con bajo contenido en cenizas también se puede producir a partir de la corriente 381 producida después de la operación 313 de clasificación después de los molinos 310, 311 de hueco o a partir de la corriente 382 producida después de la operación 314 de clasificación después del molino 312 de hueco.

30 La corriente 331 de salida procedente del último conjunto de rodillos lisos 308 es la entrada del clasificador 309 para obtener la fracción 3 de salvado y de germen gruesa. En realizaciones de la invención, la corriente 331 de salida procedente del último conjunto de rodillos lisos 308 puede tener una distribución de tamaño de partícula que es aproximadamente la misma o más gruesa que la distribución de tamaño de partícula de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa, y aproximadamente el mismo o menor contenido en almidón que la fracción 3 de salvado y de germen gruesa debido a la retirada de las partículas más finas como la corriente 374 mediante el clasificador 309. Por ejemplo, la corriente 331 de salida del rodillo liso 308 que se alimenta al clasificador 309 puede tener una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 75 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual a 149 micrómetros. Además, la corriente 331 de salida del rodillo liso 309 puede tener, en base sólida, un contenido de almidón de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, basado en el peso de la corriente 331 de salida. La cantidad de germen presente en la corriente 331 de salida de endospermo puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de la corriente 331 de salida puede ser de aproximadamente 18 % en peso a aproximadamente 37 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 30 % en peso, basado en el peso total de la fracción 1 de endospermo, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la fracción 3 de salvado y de germen gruesa, o el peso del grano entero.

50 El clasificador más grueso o más grueso que la salida procedente de la operación 309 de clasificación puede ser una corriente 3 o una pluralidad de corrientes 332 y 333 que se pueden obtener dividiendo la corriente 3 de salida más gruesa o más gruesa que la salida de forma igualitaria en dos corrientes 332 y 333 para molienda en una pluralidad de molinos de hueco de acuerdo con una realización preferida.

Molienda de la fracción de salvado y de germen gruesa

55 La fracción 3, 332, 333 de salvado y de germen gruesa retenida y recuperada se somete a molienda en una pluralidad de molinos de molienda para reducir sustancialmente la arenosidad sin dañar prácticamente el almidón presente en la fracción gruesa debido a la abrasión mecánica o a la abrasión producida entre las partículas de salvado y las partículas de almidón.

60 Tal como se muestra en las Figs. 1 y 2, la molienda de la fracción 3, 332, 333 de salvado y de germen gruesa para obtener una primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida, y una segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida incluye una primera etapa 7 de molienda y una segunda etapa 10 de molienda, en donde la primera etapa de molienda comprende una molienda por colisiones entre partículas, y la segunda etapa de molienda comprende una molienda mediante reducción del tamaño mecánica. En la primera etapa de molienda, la molienda se puede llevar a cabo por cualquier aparato que reduzca el tamaño de partículas mediante colisiones entre partículas, incluidos aunque no de forma limitativa, molturación de torbellino, clasificadores de aire, molinos de chorro, molinos de hueco y tornado en un bote.

En la segunda etapa de molienda, la molienda se puede llevar a cabo por cualquier aparato que reduzca mecánicamente el tamaño de las partículas, por ejemplo, un molino de martillos, molino de conos, molino universal o un molino Fitz. La primera etapa 7 de molienda produce tanto la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida, y una fracción 9, 338 gruesa molida de la primera etapa. La fracción 9, 338 gruesa molida de la primera etapa se somete a la segunda etapa 10 de molienda para obtener la segunda fracción 11, 340 gruesa molida. La primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida es lo suficientemente fina para no someterse a la segunda etapa 10 de molienda.

En otra realización, la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida puede tener generalmente aproximadamente la misma distribución del tamaño de partícula o ser algo mayor, en comparación con la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida. Además, la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida puede tener generalmente un mayor contenido de almidón y su cantidad puede ser en general sustancialmente superior al de la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida.

En una realización adicional, la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa puede tener una distribución del tamaño de partículas inferior o igual a 15 % en peso, preferiblemente inferior o igual a 12 % en peso, con máxima preferencia 0 % en peso en un tamiz normalizado malla U.S. N.º 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo, inferior o igual a aproximadamente 35 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso, con máxima preferencia inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso o 5 % en peso en un tamiz normalizado malla U.S. N.º 70 (210 micrómetros). Además, en realizaciones, la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida puede tener una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 75 % en peso, preferiblemente al menos aproximadamente 85 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a aproximadamente 15 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros.

La primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida puede tener, en base sólida, un contenido de almidón de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 45 % en peso, basado en el peso de la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida. La cantidad de germen presente en la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida puede ser de aproximadamente 85 % en peso a aproximadamente 97 % en peso, basado en el peso de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa.

En otra realización adicional, la segunda fracción 11,340 de salvado y de germen gruesa puede tener una distribución del tamaño de partículas inferior o igual a 15 % en peso, preferiblemente inferior o igual a 12 % en peso, con máxima preferencia 0 % en peso en un tamiz normalizado malla U.S. N.º 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo, inferior o igual a aproximadamente 35 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso, con máxima preferencia inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso en un tamiz normalizado malla U.S. N.º 70 (210 micrómetros). También, en realizaciones, la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa puede tener una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 60 % en peso, por ejemplo, al menos aproximadamente 75 % en peso, preferiblemente al menos aproximadamente 85 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a aproximadamente 25 % en peso, por ejemplo, inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros, y hasta aproximadamente 25 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 149 micrómetros pero inferior o igual a 250 micrómetros.

La segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida puede tener, en base sólida, un contenido de almidón de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, basado en el peso de la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida. La cantidad de germen presente en la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida puede ser de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, basado en el peso de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa.

En una realización, la fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa aunque es más fina que la fracción de salvado y de germen gruesa, la primera puede tener generalmente una distribución del tamaño de partícula sustancialmente más grande en comparación tanto con la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida como con la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida. Además, la fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa puede tener por lo general un menor contenido en almidón y su cantidad puede ser en general prácticamente inferior al de la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida debido a la eliminación de las partículas más finas y del endospermo en los clasificadores 313 y 314 para la producción de la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida. Además, la fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa puede tener por lo general un menor contenido de almidón y su cantidad puede ser generalmente la misma o inferior en comparación con la de la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida debido a la eliminación de las partículas de salvado más gruesas mediante el clasificador 316 para recirculación a la primera etapa de molienda 7.

En otro aspecto inventivo, la fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa puede tener una distribución del tamaño de partículas de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 60 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 70 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual a 149 micrómetros.

La fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa puede tener, en base sólida, un contenido de almidón de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso, basado en el peso de la fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa. La cantidad de germen presente en la fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de la fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa puede ser de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, basado en el peso de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa.

Como se muestra en la Fig. 2, la primera etapa 7 de molienda incluye preferiblemente molienda de la fracción 3, 332 y 333 de salvado y de germen gruesa en uno o más molinos de “colisión entre partículas”, preferiblemente colocados en serie y/o en paralelo entre sí según sea necesario para conseguir un rendimiento determinado. En una realización, un par de molinos 310, 311 de huecos están dispuestos en paralelo entre sí y en serie con un tercer molido 312 de hueco. El par de molinos 310, 311 de hueco dispuestos en paralelo producen una primera corriente 334 de salida del molino de hueco procedente de un primer molino 310 de hueco y una segunda corriente 335 de salida del molino de hueco procedente de un segundo molino 311 de hueco, y el tercer molino de hueco produce una tercera corriente 337 de salida del molino de hueco. Las corrientes 334, 335 de salida del primer y segundo molino de hueco se pueden clasificar en una operación 313 de clasificación para obtener una corriente 336 de entrada al tercer molino 312 de hueco. La tercera corriente 337 de salida del molino de hueco se puede clasificar en una operación 314 de clasificación para obtener la fracción 9, 338 gruesa molida de la primera etapa. La clasificación en la operación 313 de clasificación de las corrientes 334, 335 de salida del primer y segundo molino de hueco también contribuye como la corriente 380 de salida del clasificador 313 a la producción de la primera fracción 8 gruesa molida. Además, la clasificación de la operación 314 de clasificación de la tercera corriente 337 de salida del molino de hueco contribuye como la corriente 385 de salida del clasificador 314 a la producción de la primera fracción 8 gruesa molida. Como se muestra en la Fig. 2, no se emplea un bucle de recirculación del molino de hueco desde ninguno de los tres molinos 310, 311, 312 de hueco.

Tal como se muestra en las Figs. 1 y 2, la segunda etapa 10 de molienda incluye preferiblemente la molienda de la fracción 9, 338 gruesa de la primera etapa de molienda en un molino que reduce las partículas mecánicamente tal como un molino de impacto, por ejemplo, un molino de martillos, molino de conos, un molino Fitz o preferiblemente un molino universal 10, 315 para obtener la segunda fracción 11, 340 gruesa molida. La salida 339 del molino 10, 315 de reducción del tamaño mecánica se puede clasificar opcionalmente en una operación 316 de clasificación para obtener la segunda 11, 340 corriente de fracción gruesa molida, y una corriente 390 de recirculación opcional para recircular las partículas más grandes de vuelta al primer y segundos molinos 310, 311 de hueco de la primera etapa 7 de molienda para molienda adicional. En realizaciones de la invención, pueden no utilizarse la corriente 390 de recirculación y la operación 316 de clasificación.

La corriente 332 con la fracción de salvado y de germen gruesa que alimenta el molino 310 de hueco, y la corriente 333 con la fracción de salvado y de germen gruesa que alimenta el molino 311 de hueco, pueden tener, cada una de ellas, la misma distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 75 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual a 149 micrómetros. Cada una de las dos corrientes 332 y 333 también puede tener, en base sólida, un contenido de almidón de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, y un contenido de cenizas superior a 2 % en peso, basado en el peso de la corriente 332 o 333. La cantidad de germen presente en cada una de las corrientes 332, 333 de salida de endospermo puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de cada corriente 332, 333 de fracción de salvado y de germen gruesa puede ser aproximadamente la mitad de la cantidad dada para la fracción 3 de salvado y de germen gruesa que era de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 37 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 22 % en peso a aproximadamente 28 % en peso, basado en el peso total de la fracción 1 de endospermo, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la fracción 3 de salvado y de germen gruesa, o el peso del grano entero.

En realizaciones de la invención, cada una de la primera corriente 334 de salida del molino de hueco y la segunda corriente 335 de salida del molino de hueco puede tener una distribución de tamaño de partículas de aproximadamente 5 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 40 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 70 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 60 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 30 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual a 149 micrómetros, y un contenido de almidón de aproximadamente 10 % en peso a

aproximadamente 40 % en peso de almidón. Además, la cantidad de cada corriente 332, 333 de fracción de salvado y de germen gruesa puede ser aproximadamente la mitad de la cantidad de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa.

La corriente 336 de entrada al tercer molino 312 de hueco puede tener generalmente un tamaño de partículas más grueso y un contenido de almidón más bajo que el de las primera y segunda corrientes 334 y 335 de salida del primer y segundo molino de hueco porque el material fino se elimina en la operación 313 de clasificación como la corriente 380 para producir la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida. En realizaciones de la invención, la corriente 336 de entrada al tercer molino 312 de hueco puede tener una distribución del tamaño de partículas de aproximadamente 40 % en peso a aproximadamente 70 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, de aproximadamente 0 % en peso a aproximadamente 10 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de aproximadamente 25 % en peso a aproximadamente 55 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual de 149 micrómetros, y un contenido de almidón de aproximadamente 5 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de almidón, basado en el peso de la corriente 336 de entrada. Además, la cantidad de la corriente 336 de entrada en el tercer molino 312 de hueco puede ser de aproximadamente 6 % en peso a aproximadamente 30 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, basado en el peso de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa.

La tercera corriente 337 de salida del molino de hueco puede tener por lo general un tamaño de partículas más fino y un mayor contenido en almidón que los de la fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa que es una entrada al molino 315 de reducción mecánica del tamaño porque el material fino se elimina en la operación 314 de clasificación como la corriente 385 para la producción de la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida por combinación con la corriente 380 a partir de la corriente 313. En realizaciones de la invención, la tercera corriente 337 de salida del molino de hueco puede tener una distribución del tamaño de partículas de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 en peso, preferiblemente aproximadamente 20 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, de aproximadamente 25 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 60 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de aproximadamente 45 % en peso a aproximadamente 65 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual a 149 micrómetros, y un contenido de almidón de aproximadamente 5 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso de almidón, basado en el peso la corriente 337 de salida. Además, la cantidad de la tercera corriente 337 de salida del molino de hueco puede ser de aproximadamente 6 % en peso a aproximadamente 30 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, basado en el peso de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa.

La corriente 339 de salida procedente del molino 315 de reducción mecánica del tamaño antes de la clasificación en la operación 316 de clasificación puede tener por lo general una distribución del tamaño de partícula más gruesa y un menor contenido en almidón que el de la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida, y la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada, y la fracción 15, 344, 345 de salvado y germen fina combinada estabilizada, y la harina integral estabilizada porque la corriente 339 de salida del molino de reducción mecánica del tamaño puede contener salvado grueso para su recirculación a los molinos de hueco de la primera etapa 7 de molienda. En realizaciones de la invención, la corriente 339 de salida procedente del molino 315 de reducción mecánica del tamaño, antes de la operación 316 de clasificación para obtener la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida, puede tener un contenido de almidón de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso, y una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 25 % en peso, por ejemplo, al menos aproximadamente 55 % en peso, preferiblemente al menos aproximadamente 60 % en peso, más preferiblemente al menos aproximadamente 65 % en peso, lo más preferiblemente al menos aproximadamente 75 % en peso, por ejemplo aproximadamente 85 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros, y hasta aproximadamente 45 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 149 micrómetros pero inferior o igual a 250 micrómetros. Además, la cantidad de la corriente 339 de salida del molino de reducción mecánica del tamaño puede ser de aproximadamente 3 % en peso a aproximadamente 15 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, basado en el peso de la fracción 3 de salvado y de germen gruesa.

En realizaciones de la invención, la corriente 390 de recirculación del molino de reducción mecánica del tamaño procedente del clasificador 316 y que vuelve a los molinos 310, 311 de hueco puede tener una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 85 % en peso superior a 475 micrómetros, por ejemplo al menos aproximadamente 95 % en peso superior a 500 micrómetros.

En una realización preferida, se puede utilizar un molino de hueco comercial, tal como un Bauermeister Gap Mill (Bauermeister, Inc., Memphis, Tenn.). El molino de hueco Bauermeister está diseñado para molienda fina e incluye un hueco de molienda ajustable entre un rotor de forma cónica y un deflector corrugado. La fracción 6, 332, 333 de salvado y de germen gruesa, puede transportarse continuamente a la entrada de molinos 310, 311 de hueco y la fracción 336 procedente del clasificador 313 se puede transportar continuamente a la entrada del molino de hueco y las fracciones molidas 334, 335, y 337 se pueden extraer a continuación del fondo de los molinos de hueco por gravedad.

En una realización preferida, se puede emplear un molino universal comercial, tal como un Bauermeister Universal Mill (Bauermeister, Inc., Memphis, Tenn.). El molino Bauermeister Universal Mill está diseñado para una máxima flexibilidad de molienda para una reducción de tamaño de partículas finas y ultrafinas, con elementos de molienda intercambiables, con una capacidad de molienda hasta un intervalo de 44 micrómetros (malla 325) e inferior, y capacidades de más de 30 toneladas por hora. Los elementos de molienda opcionales que se pueden emplear son un molino turbo para la molienda eficaz hasta un alto grado de finura, un molino de púas para la molienda fina de materiales con alto contenido de grasas, un molino de disco con púas para molienda algo más gruesa, y material que contiene partículas duras o grandes, un molino de batidor cruzado para una molienda de gruesa a media-fina, y montajes de tamices anulares disponibles con una variedad de diferentes tamaños de criba y mandíbulas trituradoras. La fracción 9, 338 de salvado y de germen gruesa molida de la primera etapa puede transportarse continuamente a la entrada del Universal Mill, y la fracción molida 11, 339 se puede descargar a continuación desde el extremo de la salida del molino universal para selección opcional en la operación 316 de selección.

15 Combinación de las fracciones de salvado

Tal como se muestra en las Figs. 1 y 2, la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida, se puede combinar en un dispositivo de mezclado y transporte convencional, tal como un transportador 400 de tornillo, con la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida para obtener una fracción 12 de salvado y germen fina combinada. La fracción 12 de salvado y germen fina combinada se puede dividir para hidratación en una pluralidad de hidratadores, preferiblemente aproximadamente igual en dos corrientes 341a, 341b de fracción de salvado y germen fina combinada para hidratación en hidratadores paralelos 317, 318.

En realizaciones de la invención, las tres fracciones 2, 8, y 11 de salvado que se combinan para obtener la fracción 12 de salvado y germen fina combinada se obtienen preferiblemente, cada una de ellas, con aproximadamente la misma distribución de tamaño de partículas finas. En realizaciones de la invención, la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada puede tener una distribución del tamaño de partículas inferior o igual al 15 % en peso, preferiblemente inferior o igual al 12 % en peso, con máxima preferencia 0 % en peso en un tamiz normalizado malla U.S. N.º 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo, inferior o igual a aproximadamente 35 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso, con máxima preferencia inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso en un tamiz normalizado malla U.S. N.º 70 (210 micrómetros). También, en realizaciones, la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada puede tener una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 65 % en peso, por ejemplo, al menos aproximadamente 75 % en peso, preferiblemente al menos aproximadamente 85 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a aproximadamente 15 % en peso, por ejemplo, inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros, y hasta aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo hasta aproximadamente 25 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 149 micrómetros pero inferior o igual a 250 micrómetros.

La fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada puede tener, en base de sólidos, un contenido de almidón de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso, por ejemplo de aproximadamente 10 % a aproximadamente 45 % en peso en peso, basado en el peso de la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada. La cantidad de germen presente en la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada puede ser de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, generalmente de aproximadamente 25 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 31 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 32 % en peso a aproximadamente 35 % en peso, basado en el peso total de la fracción 1 de endospermo, la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y la fracción 3 de salvado y de germen gruesa, o el peso del grano entero.

En realizaciones de la invención, la fracción de salvado y germen fina combinada después de la hidratación 13, 342, 343, y la fracción 15, 344, 345, 346 de salvado y germen fina combinada estabilizada pueden tener las mismas distribuciones del tamaño de partículas, contenidos de almidón, y cantidades que las de la fracción de salvado y germen fina combinada antes de la hidratación 12, 341 a, 341 b.

60 Hidratación del endospermo y las fracciones de de salvado y germen combinadas

En un aspecto de la presente invención, el periodo de validez de la harina integral se puede prolongar y se puede obtener una funcionalidad mejorada de la harina mediante la hidratación y el enfriamiento durante el proceso de molienda o la producción de harina. La harina integral contiene más cantidad de ácidos grasos libres (FFA) debido al elevado contenido de lípidos y actividad enzimática tal como la lipasa. Las temperaturas de almacenamiento más elevadas aceleran el aumento en ácidos grasos libres. La mayor cantidad de FFA tiende a oxidarse durante el almacenamiento de los componentes de harina o de salvado, y produce un desagradable sabor rancio y por tanto acorta el período de validez. La

harina integral tiende también a tener un menor contenido en cenizas (11 % o inferior) en comparación con la harina refinada, que por lo general tiene un contenido de humedad de 13 % en peso a 14 % en peso, debido a la molienda adicional del material de salvado. La menor humedad afecta negativamente al componente de harina integral o de salvado en dos aspectos: 1) aumenta la oxidación de los FFA; y 2) altera la funcionalidad de la harina.

En una realización, el contenido de humedad de la harina integral (fabricada a partir de trigo atemperado no atemperado) se puede aumentar, por ejemplo, de 10 % en peso hasta 14 % en peso para reducir prácticamente la oxidación de los FFA, y mejorar la funcionalidad de la producción de producto basado en harina. La mayor humedad de la harina también mejora la eficacia del proceso de inactivación de la enzima y reduce la generación de FFA durante el almacenamiento de la harina. La harina integral producida según el proceso de hidratación del presente proceso tiene un período de validez y una funcionalidad mejoradas. Además, en otras realizaciones, enfriar la harina durante la molienda, hasta una temperatura inferior a aproximadamente 32,2 °C (90 °F) ayuda a mantener los FFA de la harina en menos de aproximadamente 2500 ppm durante al menos 30 días, para mejorar adicionalmente la estabilidad de la harina integral.

Por ejemplo, la harina integral, con un contenido tanto reducido como no reducido en enzimas, cuando la harina se hidrata hasta un contenido de humedad superior a 13 % en peso, la oxidación (medida según la producción de hexanal) puede ser casi inexistente. Además, por ejemplo, cuando el contenido de humedad de la harina aumenta desde 11 % en peso hasta 14 % en peso, la actividad lipasa disminuye de 110 u/g/h hasta 70 u/g/h durante un proceso de inactivación enzimática posterior. Adicionalmente, si la temperatura de la harina se enfría hasta 32,2 °C (90 °F) o inferior, preferiblemente 29,4 °C (85 °F) o inferior, los FFA de la harina se mantienen por debajo de 2500 ppm durante al menos 30 días. Además, la diseminación de la galleta aumenta con la humedad de la harina integral final, lo que indica que la calidad de la harina mejora para el horneado de la galleta.

Sin embargo, cuando se hidrata una fracción de endospermo, para aumentar la estabilidad de la harina integral, la fracción de endospermo tiende a aglomerarse. Cuando se hidrata la fracción de salvado y de germen en solitario para proporcionar el contenido de humedad final deseado en la harina integral, puede ser necesario un contenido de agua excesivamente alto para la fracción de salvado y de germen considerando la gran cantidad de endospermo o el tamaño de la fracción de endospermo comparada con la cantidad de la fracción de salvado y de germen. La hidratación de la fracción de salvado y de germen con cantidades excesivamente elevadas puede producir aglutinación o puede afectar negativamente la eficacia de estabilización para la inactivación de la lipasa y la lipoxigenasa o puede fomentar la producción de ácidos grasos. En consecuencia, en realizaciones de la invención, la hidratación tanto del endospermo como de una o más de las fracciones de salvado y el enfriamiento se pueden utilizar para conseguir un contenido de humedad de la harina integral estable durante el almacenamiento sin afectar negativamente la estabilidad del período de validez evitando la aglutinación del endospermo fracturado y de las fracciones de salvado y de germen.

En realizaciones de la invención para la producción de una harina integral estabilizada y prolongar el período de validez de la harina integral estabilizada sin dañar prácticamente el almidón, los granos enteros se pueden someter a una pluralidad de operaciones de rotura y clasificación y operaciones de molienda para obtener una fracción de endospermo. La fracción de endospermo se puede hidratar pulverizando con mezclado hasta un contenido de humedad que sea lo suficientemente bajo para evitar la aglutinación de la fracción de endospermo. La fracción de endospermo hidratada se puede combinar con una fracción de salvado y germen fina hidratada estabilizada que tiene un contenido de humedad que es lo suficientemente elevado como para que la harina integral estabilizada resultante tenga un contenido de humedad de 10 % en peso a 14,5 % en peso, preferiblemente de 12 % en peso a 14 % en peso, más preferiblemente de 12,5 % en peso a 13,5 % en peso de almidón, basado en el peso de la harina integral estabilizada.

En realizaciones de la invención, la fracción 1 de endospermo o corriente 4, 347 se puede hidratar para obtener un contenido de humedad de la fracción de endospermo de 10 % en peso a 14,5 % en peso, preferiblemente de 12 % en peso a 14 % en peso, más preferiblemente de 12,5 % en peso a 13,5 % en peso de almidón, basado en el peso de la fracción de endospermo antes de combinarse con la fracción 15, 344, 345 de salvado y germen fina combinada estabilizada.

Como se muestra en la Fig. 2 la hidratación de la fracción 1,4 de endospermo se puede realizar en un hidratador 20. El hidratador 20 puede ser un recipiente continuo convencional, tal como un mezclador continuo, o un tambor rotatorio para pulverizar y agitar la fracción 1,4 de endospermo para obtener una fracción 22 de endospermo sustancialmente homogéneamente hidratada.

Como se muestra en la Fig. 2, en realizaciones preferidas, la hidratación de la fracción de salvado y de germen fina se puede llevar a cabo en una pluralidad de hidratadores 317, 318. Los hidratadores pueden ser recipientes continuos convencionales, tales como mezcladores continuos, o tambores rotatorios para pulverizar y agitar la fracción 12, 341 a, 341 b de salvado y germen fina combinada para obtener una fracción 13, 342, 343 de salvado y germen fina combinada sustancialmente homogéneamente hidratada. En realizaciones de la invención, las corrientes 12, 341a, 341b de fracción de salvado y germen fina combinada se pueden hidratar en una extensión tal que las fracciones 13, 342, 343 de salvado y germen fina combinadas hidratadas tienen un contenido de humedad de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, basado en el peso de la fracción 13, 342, 343 de salvado y germen fina hidratada antes de la estabilización.

Como se muestra en la Fig. 2, en realizaciones preferidas, la fracción 15, 344, 345 de salvado y germen fina combinada estabilizada se puede enfriar en una unidad 321 de enfriamiento para salvado y germen hasta una temperatura inferior a aproximadamente 32,2 °C (90 °F), preferiblemente inferior a aproximadamente 29,4 °C (85 °F) antes de combinarse con la fracción 347 de endospermo hidratada. La unidad 321 de enfriamiento puede ser un dispositivo de enfriamiento continuo convencional tal como un intercambiador de calor de carcasa y tubos o un mezclador continuo encamisado, o un túnel de refrigeración.

En realizaciones de la invención, la fracción 1, 4 de endospermo se puede enfriar en una unidad 24 de enfriamiento de endospermo hasta una temperatura inferior a aproximadamente 32,2 °C (90 °F), preferiblemente inferior a aproximadamente 29,4 °C (85 °F) para obtener una fracción 26, 347 de endospermo enfriada antes de combinarse con la fracción 15, 344, 345 de salvado y germen fina combinada estabilizada. La unidad 24 de enfriamiento de endospermo puede ser un dispositivo de enfriamiento continuo convencional tal como un intercambiador de calor de carcasa y tubos o un mezclador continuo encamisado, o túnel de refrigeración.

En realizaciones de la invención, la fracción 22, 347 de endospermo hidratada y la fracción 15, 344, 345 de salvado y germen fina combinada estabilizada se pueden enfriar por separado y a continuación combinarse, o se pueden mezclar entre sí y después enfriarse a una temperatura inferior a aproximadamente 0 °C (32 °C) (32 °F (90 °F)), preferiblemente inferior a aproximadamente -1,7 °C (29 °C) (29 °F (85 °F)) para obtener una harina integral estabilizada hidratada 17, 348 con un periodo de validez prolongado.

Estabilización de la fracción de salvado y germen combinada

En varias realizaciones de la invención, la estabilización de la fracción 3, 6, 332, 333 de salvado y de germen gruesa para inactivar la lipasa y la lipoxigenasa se puede llevar a cabo antes, durante, o después de las etapas de molturación o molienda de la fracción 3, 6, 332, 333 de salvado y de germen gruesa. En realizaciones de la invención, la estabilización puede ser mediante cualquier combinación de inactivación por calentamiento, antes, durante y después de las etapas de molienda y trituración. La estabilización o inactivación se lleva a cabo preferiblemente después de la molienda de la fracción gruesa 3, 6, 332, 333. La estabilización se lleva a cabo con máxima preferencia sobre la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada que se obtiene combinando la fracción 2 de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, la primera fracción 8 de salvado y de germen gruesa molida, y la segunda fracción 11, 340 de salvado y de germen gruesa molida, y la estabilización o inactivación se realiza por calentamiento. En realizaciones de la invención, la estabilización se puede llevar a cabo antes, después, durante, o sin la hidratación de la fracción de salvado y de germen. En realizaciones preferidas, la estabilización se lleva a cabo después de la hidratación de la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada, o sobre la fracción 13, 342, 343 de salvado y germen fina combinada hidratada.

Independientemente de cuándo se lleve a cabo, la estabilización de la fracción gruesa se puede conseguir por calentamiento de la fracción gruesa en condiciones de temperatura, contenido de humedad, y tiempos de tratamiento que son suficientes para inactivar al menos sustancialmente la lipasa, y la lipoxigenasa de inactivación más sencilla. El contenido de humedad de la fracción gruesa durante la estabilización con tratamiento térmico deberá ser, preferiblemente, lo suficientemente alto como evitar una producción de acrilamida importante. Se cree que la formación de acrilamida es el resultado de una degradación de Strecker de la asparagina y de la metionina en presencia de productos de pardeamiento de tipo Maillard de los dicarbonilos. Se cree que un contenido de humedad elevado inhibe la formación de acrilamida porque el agua es más nucleófila que la asparagina y reduce la actividad del grupo amino primario de la asparagina. Temperaturas de estabilización inferiores y tiempos de estabilización más cortos también dan como resultado una menor producción de acrilamida. Sin embargo, un aumento en el contenido de humedad de la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada durante la estabilización para reducir la formación de acrilamida tiende a aumentar la gelatinización del almidón o puede requerir una estabilización posterior excesiva mediante secado para reducir el riesgo de crecimiento de moho. El contenido de humedad de la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada durante la estabilización no debe ser tan alto como para dar como resultado una excesiva gelatinización del almidón o para requerir un secado extenso para conseguir un contenido de humedad estable de larga duración. En realizaciones de la invención, el contenido de humedad de la fracción 12, 341a, 341b de salvado y germen fina combinada sometida a estabilización puede ser de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, basado en el peso de la fracción de salvado y germen fina hidratada antes de la estabilización.

Durante la estabilización, se prefiere que la fracción gruesa ni gane ni pierda humedad. En algunas realizaciones, la fracción puede perder de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 70 % en peso de humedad, por ejemplo, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de humedad durante la estabilización. En otras realizaciones, la fracción gruesa puede aumentar de humedad, en las mismas cantidades, como resultado de la inyección de vapor durante el proceso de estabilización. Sin embargo, la pérdida de humedad y el aumento de humedad se pueden controlar de manera conocida de forma que el contenido de humedad de la fracción durante la estabilización esté comprendido en el intervalo deseado para controlar la producción de acrilamida, gelatinización, y requisitos de secado, y actividad lipasa, y preferiblemente que sea suficiente de forma que, cuando se combina con el endospermo hidratado, la harina 17 integral estabilizada resultante tenga un contenido de humedad de 10 % en peso a 14,5 % en peso, preferiblemente de 12 % en peso a 14 % en peso, más preferiblemente de 12,5 % en peso a 13,5 % en peso basado en el peso de la harina 17 integral estabilizada.

En realizaciones de la invención, el contenido de humedad de la fracción de salvado puede controlarse atemperando los granos de tal manera que las porciones exteriores se humedezcan sin humedecer prácticamente el interior de sus porciones. Los métodos de atemperamiento que se pueden usar para conseguir humedecer una superficie o salvado incluyen, por ejemplo, el enjuagado de los granos enteros durante periodos de tiempo limitados en un baño o cuba. En otras realizaciones, el grano entero puede pulverizarse superficialmente con agua y dejar que se atempere. Pueden emplearse tiempos de atemperamiento de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 24 horas según algunas realizaciones de la invención. El atemperado de los granos durante un periodo prolongado de tiempo no es deseable debido a que puede dar como resultado una penetración en profundidad de agua en el grano, humedeciendo la porción interior del grano.

En otras realizaciones, una o más fracciones de salvado y germen, preferiblemente la fracción de salvado y germen fina combinada, en lugar de o además del grano entero pueden humedecerse con el fin de conseguir un contenido de humedad deseado en la fracción de salvado y germen fina combinada. La hidratación posterior a la molturación o posterior a la molienda del contenido de salvado y germen fino combinado se prefiere sobre el atemperamiento del germen entero.

Los granos de trigo enteros naturales tienen en general un contenido de humedad de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14,5 % por ciento en peso. En consecuencia, la hidratación posterior a la molienda o posterior al atemperado puede ser opcional y utilizarse cuando se necesita. En consecuencia, en realizaciones de la invención, es posible que el humedecimiento o atemperación de los granos enteros o el humedecimiento de una fracción de salvado y de germen para conseguir un contenido de humedad deseado para la estabilización, no sea necesario o no se utilice.

Aunque temperaturas de estabilización inferiores y tiempos de estabilización más cortos ayudan a reducir la producción de acrilamida, gelatinización del almidón, y destrucción de vitaminas y antioxidantes, las temperaturas más bajas reducen la cantidad de lipasa y lipoxigenasa que se destruye. En realizaciones de la invención, la temperatura de estabilización puede ser de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 140 °C, preferiblemente de aproximadamente 115 °C a aproximadamente 125 °C. La temperatura de estabilización se puede medir con una sonda de temperatura introducida en el interior y colocada en posición central dentro del lote de la fracción gruesa tratada. En realizaciones de la invención, el tiempo de tratamiento térmico puede ser de aproximadamente 0,25 minutos a aproximadamente 12 minutos, preferiblemente de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 7 minutos, utilizándose por lo general los tiempos de tratamiento más prolongados con las temperaturas más bajas y el contenido de humedad más bajo.

En las realizaciones de la invención, la temperatura de estabilización y el tiempo de estabilización, y el contenido de humedad se pueden controlar de tal manera que la gelatinización del almidón resultante de la estabilización en la fracción gruesa molida o molturada estabilizada o componente de salvado puede ser inferior a aproximadamente 25 %, preferiblemente inferior a aproximadamente 10 %, con máxima preferencia inferior a aproximadamente 5 %, tal como se determina mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC). El bajo grado de gelatinización del almidón y el bajo grado de daño del almidón conseguido en la presente invención se ilustran por una entalpía de fusión del almidón superior a aproximadamente 4 J/g, preferiblemente superior a aproximadamente 5 J/g, basado en el peso de almidón en el componente de salvado estabilizado o fracción molida gruesa, medida por calorimetría de barrido diferencial (DSC), a una temperatura de aproximadamente 65 °C a aproximadamente 70 °C. En realizaciones, el componente de salvado estabilizado puede tener una entalpía de fusión del almidón superior a aproximadamente 2 J/g, basado en el peso de la fracción gruesa molida estabilizada, medida por calorimetría de barrido diferencial (DSC), a una temperatura de aproximadamente 60 °C a aproximadamente 65 °C. En general, la gelatinización del almidón se produce cuando: a) se añade agua, y se mezcla con almidón, en una cantidad suficiente, en general de al menos aproximadamente 30 % en peso, con respecto al peso del almidón, y b) la temperatura del almidón se eleva a al menos aproximadamente 80 °C (176 °F), preferiblemente a 100 °C (212 °F) o más. La temperatura de gelatinización depende de la cantidad de agua disponible para su interacción con el almidón. Cuanto menor es la cantidad disponible de agua, en general, mayor es la temperatura de gelatinización. La gelatinización puede definirse como el colapso (alteración) de órdenes moleculares dentro del gránulo de almidón, que se manifiesta en cambios irreversibles en las propiedades tales como hinchazón granular, fusión de cristalito nativo, pérdida de birrefringencia y solubilización del almidón. La temperatura de la etapa inicial de gelatinización y el intervalo de temperaturas en el que se produce, dependen de la concentración del almidón, método de observación, tipo de gránulo, y de la heterogeneidad en la población de gránulos en observación. El pegado es el fenómeno de la segunda etapa que sigue a la gelatinización en la disolución del almidón. Implica un aumento de la hinchazón granular, de la exudación de componentes moleculares (p. ej. amilosa, seguido de amilopectina) del gránulo, y eventualmente, una, total colapso de los gránulos. Véase Atwell y col., "The Terminology And Methodology Associated With Basic Starch Phenomena," *Cereal Foods World*, Vol. 33, N.º 3, págs. 306 - 311 (marzo de 1988).

El bajo grado de gelatinización del almidón y la baja cantidad de daño del almidón debido a la abrasión durante la molienda se puede medir por la capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico). La capacidad de retención del disolvente (SRC) se puede medir mezclando una muestra del ingrediente o componente, tal como la fracción molida gruesa o componente de salvado estabilizados, o una harina de trigo integral estabilizada, que tiene un peso (A), p. ej., aproximadamente 5 g, con un gran exceso de agua u otro disolvente, tal como una solución acuosa de carbonato sódico (p. ej. carbonato sódico al 5 % en peso) y centrifugación de la mezcla disolvente-harina. A continuación, el líquido sobrenadante se puede decantar y la muestra se puede pesar para obtener el peso de

la muestra húmeda centrifugada (B), en donde el valor SRC se calcula mediante la siguiente ecuación: valor SRC = ((BA)/A)x 100. En realizaciones de la invención, la fracción molida o molturada gruesa o componente de salvado estabilizados puede tener una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico) inferior a aproximadamente 200 %, preferiblemente inferior a aproximadamente 180 %.

5 Aunque la gelatinización del almidón, producción de acrilamida, y destrucción de vitaminas y antioxidantes queda notablemente limitada, la estabilización térmica y el control del contenido de humedad consiguen inesperadamente una inactivación superior de la lipasa y lipoxigenasa para las harinas integrales y componentes de salvado que tienen tamaños de partícula muy pequeños. Se cree que estos dos componentes son principalmente responsables del enranciamiento catalizado por enzimas de la harina integral. En realizaciones de la invención, un componente de salvado estabilizado que incluye una fracción gruesa molida o molturada tratada térmicamente puede tener una actividad lipasa inferior a aproximadamente 3, preferiblemente inferior a aproximadamente 2, con máxima preferencia inferior a aproximadamente 1 micromol de butirato ácido libre formado por hora por 0,1 gramos del componente de salvado estabilizado o fracción gruesa molida o molturada estabilizada, en base seca o base húmeda. En realizaciones de la invención, esto puede ser una reducción de una actividad lipasa de aproximadamente 4 a 6 micromoles de butirato ácido libre por hora por 0,1 gramos de componente de salvado no estabilizado o fracción molida no estabilizada, o una reducción de lipasa de al menos aproximadamente 25 %. De manera más preferida, tanto la actividad lipasa como la actividad lipoxigenasa se elimina por completo. En realizaciones de la invención, se pueden emplear técnicas analíticas conocidas para determinar las propiedades o características de los componentes de harina integral y de salvado, tales como el contenido de acrilamida, actividad lipasa, entalpía, SRC, contenido de ácidos grasos libres, y contenido de hexanal. Las técnicas analíticas conocidas que se pueden emplear en la presente memoria se describen en la solicitud de patente con n.º de publicación 20070292583, y la publicación de solicitud de patente internacional n.º WO 2007/149320, cada una de Haynes et al. En realizaciones preferidas, la actividad lipasa se mide preferiblemente usando un método de fluorescencia, que es un método muy sensible para determinar la actividad lipasa, en donde los ésteres de heptanoilo de 4-metilumbeliferona (7-hidroxi-4-metilcumarina o 4-MU) sirven como sustratos fluorogénicos de la lipasa. Usando dicho método, las harinas integrales estabilizadas de la presente invención pueden tener una actividad lipasa inferior a aproximadamente 250 unidades/g/hora, preferiblemente inferior a aproximadamente 100 unidades/g/hora de la harina integral estabilizada, donde una unidad es el número de micromoles (μM) heptanonato de 4-metilumbeliferilo (4-MUH) hidrolizado por hora por gramo de harina integral estabilizada. Además, usando dicho método, un componente de salvado estabilizado de la presente invención puede tener aproximadamente 250 unidades/g/hora, de la fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada, donde una unidad es el número de micromoles (μM) de heptanonato de 4-metilumbeliferilo (4-MUH) hidrolizada por hora por gramo de la fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada. Además, el contenido de acrilamida se puede limitar a menos o igual a aproximadamente 150 ppb, o preferiblemente inferior o igual a 100 ppb, basado en el peso del componente de salvado estabilizado o fracción gruesa estabilizada. Los antioxidantes naturales se mantienen de forma que la fracción gruesa estabilizada puede tener una capacidad antioxidante secuestrante de radicales libres no inferior a aproximadamente 150 micromoles Trolox equivalentes por gramo. La retención de vitaminas, tal como la retención de las vitaminas E, B1 y B2 puede ser al menos aproximadamente 80 % en peso, basado en el contenido de vitaminas en el componente de salvado antes de la estabilización.

40 El método de estabilización e hidratación utilizado en determinados aspectos de la invención se puede llevar a cabo sin prácticamente alteraciones, o ninguna, de la distribución del tamaño de partícula de la fracción o componente sometido a la estabilización o hidratación.

45 La estabilización se puede llevar a cabo de forma discontinua, semi discontinua o continua, siendo la última la preferida. Recipientes de calentamiento conocidos, tales como ollas discontinuas, mezcladores, tambores rotatorios, mezcladores continuos, y extrusoras se pueden utilizar para calentar la fracción gruesa para estabilizarla. El aparato de calentamiento puede ser recipientes encamisados provistos de camisas de calentamiento o enfriamiento para un control externo de la temperatura de estabilización y/o boquillas de inyección de vapor para la inyección directa de humedad y calor dentro de la fracción gruesa. En otras realizaciones, se puede utilizar radiación infrarroja (IR) o energía para calentar la fracción de salvado gruesa para estabilizarla. En una realización preferida, un estabilizador Bepex fabricado por Bepex, o una olla de salvado Lauhoff, fabricada por Lauhoff se puede utilizar para la estabilización de una fracción de forma continua. En realizaciones donde la molienda o molturación se realizan simultáneamente con la estabilización térmica, se pueden emplear rodillos calentadores. En dichas realizaciones, la temperatura y el contenido de humedad se pueden ajustar a un valor superior para acortar el tiempo de estabilización para ajustarse a un tiempo de molienda deseado para conseguir una distribución del tamaño de partículas buscada.

55 En otras realizaciones de la invención, al menos una, o todas, las fracciones retenidas o recuperadas de salvado y de germen molidas se pueden estabilizar o inactivarse enzimáticamente usando un agente de estabilización comestible, o tratamiento en solitario o combinado con el tratamiento térmico. Los ejemplos de agentes estabilizantes comestibles que se pueden emplear para estabilizar una cantidad eficaz hasta una extensión de la estabilización antes del mezclado de una fracción de salvado y de germen con la fracción de endospermo fina son bisulfatos, bisulfitos, metabisulfitos, y metabisulfatos alcalinos comestibles, tales como metabisulfito sódico, ácidos orgánicos, tales como ácido sórbico, dióxido de azufre, cistina, ácido tioglicólico, glutatión, sulfuro de hidrógeno, otros agentes reductores comestibles, y mezclas de los mismos.

65

En realizaciones de la invención, la fracción tratada térmicamente se puede dejar enfriar al aire ambiente. En otras realizaciones, el enfriamiento de una fracción de salvado y de germen molida o molturada o componente de salvado después del tratamiento térmico se puede controlar de forma opcional para minimizar adicionalmente la gelatinización del almidón no deseada. Generalmente, no se produce una gelatinización significativa adicional en el componente de salvado estabilizado a temperaturas inferiores a aproximadamente 60 °C. A continuación, la fracción gruesa tratada térmicamente se puede enfriar a temperatura ambiente, o aproximadamente 25 °C. En realizaciones de la invención, la velocidad de enfriamiento promedio utilizada para conseguir una temperatura superficial de aproximadamente 25 °C puede ser un descenso de temperatura de aproximadamente 1 °C/min a aproximadamente 3 °C/min.

La velocidad de enfriamiento se deberá seleccionar para minimizar la gelatinización del almidón adicional en la fracción gruesa después del tratamiento térmico, pero no debería ser tan rápida como para evitar la inactivación adicional de la lipasa y la LPO, en caso necesario. Si no se desea una inactivación adicional de la lipasa y la LPO, el enfriamiento se puede realizar para reducir rápidamente la temperatura de la fracción gruesa tratada térmicamente a menos de aproximadamente 60 °C.

En realizaciones de la invención, los enfriadores que se pueden utilizar para los procesos de la invención incluyen tubos refrigerantes o túneles refrigerantes por los que la fracción gruesa térmicamente tratada pasa bajo la fuerza de la gravedad o sobre un dispositivo transportador. Aunque la fracción gruesa tratada térmicamente pasa por el dispositivo, se puede hacer pasar aire enfriado por encima y a través de la fracción gruesa o componente de salvado. El aire de enfriamiento agotado se puede recoger o eliminar por succión después, por ejemplo, mediante una campana, y tratarse adicionalmente en un separador ciclónico. Un enfriador preferido suministra aire de enfriamiento a diferentes regiones a lo largo de la longitud de un tubo o túnel de refrigeración. Preferiblemente, el aire de enfriamiento se hace pasar por un dispositivo de refrigeración antes de ponerse en contacto con la fracción gruesa térmicamente tratada para conseguir una temperatura que es inferior a la del aire ambiente.

Tras el enfriamiento, el contenido de humedad de la fracción gruesa térmicamente tratada se puede reducir además opcionalmente mediante secado. Se prefieren temperaturas de secado inferiores a aproximadamente 60 °C para que no se produzca una gelatinización del almidón adicional durante el proceso de secado. Según la presente invención, las temperaturas de secado pueden estar incluidas en un intervalo de aproximadamente 0 °C a aproximadamente 60 °C. Sin embargo, el secado a temperatura ambiente es menos caro que el secado a una temperatura de enfriamiento e impedirá la gelatinización del almidón adicional en la fracción gruesa térmicamente tratada durante el secado. Preferiblemente, el secado se lleva a cabo en una atmósfera que tenga una humedad relativa baja, y se puede llevar a cabo preferiblemente en una atmósfera a presión reducida. Si el tratamiento térmico, hidratación, y enfriamiento adicional consigue un contenido de humedad comprendido en el intervalo deseado, no se considera necesaria la etapa de secado.

Producción de la harina integral estabilizada

El componente de salvado estabilizado o la fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada, se puede combinar con la fracción de endospermo para obtener una harina integral estabilizada, tal como una harina de trigo integral estabilizada de la presente invención. La harina integral estabilizada, tal como harina de trigo integral estabilizada, incluye salvado, germen y endospermo, donde solamente una porción del endospermo se ha sometido a estabilización térmica, pero al menos una parte sustancial del salvado y el germen se ha sometido a estabilización por calentamiento, y una porción sustancial del salvado y el germen no se ha sometido a molienda en un molino de molienda. El componente de salvado estabilizado o fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada se derivan preferiblemente de los mismos granos de los que se ha derivado la fracción de endospermo. Sin embargo, en otras realizaciones, el componente de salvado estabilizado o fracción de salvado y germen fina combinada estabilizada puede combinarse o mezclarse con una fracción de endospermo que se deriva u obtiene de una fuente diferente de granos. En cada realización, sin embargo, el componente de salvado estabilizado y la fracción de endospermo se combinan o mezclan con el fin de proporcionar una harina integral estabilizada que contiene endospermo, salvado y germen en las mismas o prácticamente las mismas proporciones relativas que existen en el grano intacto.

La fracción de salvado estabilizada que comprende una fracción gruesa tratada térmicamente, molida o molturada que comprende salvado, germen y almidón se puede mezclar, combinar, o premezclarse con la fracción de endospermo usando aparatos convencionales de medición y combinación conocidos en la técnica para obtener al menos una harina integral estabilizada prácticamente homogénea.

La harina de trigo integral estabilizada tiene una actividad lipasa de una actividad lipasa inferior a aproximadamente 250 unidades/g/hora, preferiblemente inferior a aproximadamente 100 unidades/g/hora de la harina integral estabilizada, donde una unidad es el número de micromoles (μM) heptanonato de 4-metilumbeliferilo (4-MUH) hidrolizado por hora por gramo de grano entero estabilizado. El contenido de acrilamida de la harina integral estabilizada es inferior a 45 ppb, preferiblemente inferior a aproximadamente 30 ppb, basado en el peso de harina integral estabilizada. Las harinas de trigo integral estabilizadas tienen un contenido de ácidos grasos libres inesperadamente bajo inferior a 10 % en peso de los lípidos totales de la harina después de un mes con almacenamiento acelerado a 95 °C, o inferior a 3000 ppm, basado en el peso de la harina integral estabilizada. Las harinas de trigo integral estabilizadas tienen un contenido de hexanal inesperadamente bajo inferior a 10 ppm después de 1 mes de almacenamiento acelerado a 95 °C, basado en el peso de la harina integral estabilizada.

El contenido de humedad de la harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, puede variar de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14,5 % en peso, basándose en el peso de la harina integral estabilizada, y la actividad del agua puede ser inferior a aproximadamente 0,7. En realizaciones, la harina de trigo integral estabilizada puede tener un contenido de proteínas de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14 % en peso, por ejemplo, aproximadamente 12 % en peso, un contenido de grasa de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 3 % en peso, por ejemplo, aproximadamente 2 % en peso, y un contenido de cenizas de aproximadamente 1,2 % en peso a aproximadamente 1,7 % en peso, por ejemplo, aproximadamente 1,5 % en peso, basándose cada uno de los porcentajes en el peso de la harina integral estabilizada.

La harina integral estabilizada, tal como harina de trigo integral estabilizada, puede tener una porción sustancial del almidón que no esté gelatinizado o prácticamente no gelatinizado puesto que procede de la fracción fina que no se ha sometido a estabilización térmica. Una porción más pequeña del almidón puede estar parcialmente gelatinizada en grado bajo, puesto que procede de la fracción gruesa o componente de salvado tratado térmicamente. En realizaciones de la invención, la harina integral estabilizada, tal como harina de trigo integral estabilizada, puede tener un bajo grado de gelatinización del almidón inferior a aproximadamente 25 %, preferiblemente inferior a aproximadamente 10 %, con máxima preferencia inferior a aproximadamente 5 %, medido por calorimetría de barrido diferencial (DSC). La entalpía de fusión del almidón contenido en la harina de trigo integral estabilizada puede ser superior a aproximadamente 4 J/g, preferiblemente superior a aproximadamente 5 J/g, basado en el peso de almidón en la harina integral estabilizada, medida por calorimetría de barrido diferencial (DSC), a una temperatura de aproximadamente 65 °C a aproximadamente 70 °C.

La harina de trigo integral estabilizada presenta una funcionalidad de horneado excelente con una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico) inferior a aproximadamente 90 %, preferiblemente inferior a aproximadamente 85 %, más preferentemente inferior a aproximadamente 82 %, por ejemplo de aproximadamente 70 % a aproximadamente 80 %. En realizaciones de la invención, la diseminación en el horno o el esparcimiento de la galleta puede ser al menos aproximadamente 130 % del diámetro original de la masa prehorneada, tal como se mide según el método del banco de pruebas AACC 10-53.

Los métodos descritos son aplicables a todos y cada uno de los tipos de trigo. Aunque de manera no limitativa, los granos de trigo pueden seleccionarse de granos de trigo blando/blando y blando/duro. Pueden comprender granos de trigo blanco o rojo, granos de trigo duro, granos de trigo blando, granos de trigo de invierno, granos de trigo de primavera, granos de trigo duro o combinaciones de los mismos. Los ejemplos de otros granos enteros que se pueden procesar según diversas o determinadas realizaciones o aspectos de la presente invención incluyen, por ejemplo, avena, maíz, arroz, arroz silvestre, centeno, cebada, alforfón, trigo bulgur, mijo, sorgo, y similares, y las mezclas de granos enteros.

Los métodos descritos proporcionan una estabilidad mejorada de la materia prima y más de un mes de vida en almacenamiento, por ejemplo, 2 meses o más, en condiciones de almacenamiento aceleradas, para un componente o ingrediente de salvado estabilizado y para una harina integral estabilizada, tal como una harina de trigo integral estabilizada. Se puede almacenar un producto alimenticio más estable en condiciones similares durante un periodo prolongado de tiempo que un producto alimenticio más estable antes de ser rancio. Puede vigilarse y medirse la presencia de ranciedad en una multiplicidad de diferentes maneras, incluyendo la prueba sensorial (por ejemplo, análisis del sabor y/u olor), mediciones del nivel de la actividad lipoxigenasa o lipasa, mediciones del nivel de ácidos grasos libres, y/o mediciones del nivel de hexanal.

En otras realizaciones de la invención, el componente de salvado estabilizado o la harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, puede combinarse, premezclarse, o mezclarse con harina de trigo refinada para obtener una harina, producto o ingrediente, reforzada, tal como una harina de trigo reforzada. El producto de harina de trigo reforzada puede contener el componente de salvado o el germen estabilizado o la harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, en una cantidad de aproximadamente 14 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 30 % en peso, basándose en el peso total del producto de harina reforzada, tal como el producto de harina de trigo reforzada.

La harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, puede emplearse para sustituir parcial o completamente la harina de trigo refinada, u otras harinas, en una variedad de productos alimenticios. Por ejemplo, en realizaciones de la invención, al menos aproximadamente 10 % en peso, como mucho 100 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 50 % en peso de la harina de trigo refinada, puede sustituirse por la harina de trigo integral estabilizada para aumentar los valores nutricionales de los productos de harina de trigo refinada con poco, si acaso ningún perjuicio para el aspecto, textura, aroma, o sabor del producto.

Los componentes de salvado estabilizado y los productos integrales estabilizados, tales como los productos de trigo integral estabilizados, obtenidos en la presente invención pueden envasarse, almacenarse de forma estable y utilizarse además posterior o inmediatamente en la producción de alimentos. Los productos de salvado y los productos de harina estabilizados están listos para procesarse adicionalmente en los productos alimenticios acabados añadiendo agua y otros ingredientes alimenticios aplicables, mezclándolos, conformándolos, y horneándolos o friéndolos, etc. Las masas que contienen el salvado estabilizado y las harinas integrales, tales como harina de trigo integral, pueden producirse y

maquinarse continuamente, por ejemplo, triturarse, laminarse, moldearse, extrudirse, o coextrudirse, y cortarse, sobre una base de producción de masa. Los productos integrales acabados (p. ej., galletas de mantequilla, galletas, galletas saladas, barritas de aperitivo, etc.) tienen una textura agradable con la característica de un sabor de grano entero.

5 Los componentes de salvado estabilizado y los productos de harina integral estabilizados, tales como los productos de harina de trigo integral estabilizados de la presente invención pueden utilizarse en una amplia variedad de productos alimenticios. Los productos alimenticios incluyen productos alimenticios farináceos, y en particular productos de tipo galleta de mantequilla, productos de pasta, cereales listos para consumir, y confites. En una realización, los productos alimenticios son productos de panadería o aperitivos. Los productos de panadería pueden incluir galletas, galletas saladas, masa de pizza, masa de tarta, panes, bagels, pretzels, brownies, magdalenas, gofres, pasteles, tartas, panes rápidos, bollos dulces, donuts, barritas de frutas y granos, tortillas, y productos de panadería precocidos. Los productos de aperitivo pueden incluir patatas fritas y aperitivos extrudidos inflados. El producto alimenticio puede seleccionarse particularmente de galletas, galletas saladas, y barritas crujientes de cereales. Las galletas pueden ser productos de tipo barrita, extrudidos, coextrudidos, triturados y cortados, moldeados por rotación, cortados con alambre, o galletas de tipo sándwich. Los ejemplos de galletas que se pueden producir incluyen barquillos azucarados, galletas rellenas de fruta, galletas con pepitas de chocolate, galletas azucaradas, y similares. Los aperitivos pueden ser aperitivos de tipo fermentado o tipo no fermentado, y galletas Graham. Los productos horneados producidos según los métodos descritos pueden ser galletas saladas o galletas que tienen un contenido de grasa entera o puede ser un contenido de grasa reducido, un contenido bajo de grasa, o un producto sin grasa.

20 Además del agua, los ingredientes de la galleta, galleta salada, y aperitivo que pueden premezclarse con la harina integral estabilizada, tales como harina de trigo integral estabilizada de la presente invención, incluyen harina de trigo enriquecida, manteca vegetal, azúcar, sal, jarabe de maíz con un alto contenido en fructosa, agentes de la fermentación, agentes saborizantes y agentes colorantes. Las harinas de trigo enriquecidas que se pueden utilizar incluyen harinas de trigo enriquecidas con niacina, hierro reducido, mononitrato de tiamina y riboflavina. Las mantecas vegetales que se pueden utilizar incluyen aquellas preparadas de aceite de soja parcialmente hidrogenado. Los agentes de la fermentación que se pueden utilizar incluyen fosfato de calcio y bicarbonato de sodio. Los agentes colorantes que se pueden utilizar incluyen agentes colorantes vegetales tales como extracto de annato y oleoresina de cúrcuma.

25 La masa preparada según los métodos descritos incluye masa que comprende diversas combinaciones de ingredientes de las galletas, galletas saladas, y aperitivos anteriormente mencionados. Según algunas realizaciones, todos los ingredientes anteriores se premezclan homogéneamente y la cantidad de agua se controla para formar una masa de la consistencia deseada. La masa puede formarse a continuación en piezas y hornearse o freírse para producir productos que tienen atributos de humedad, geometría, aspecto y textura excelentes.

35

REIVINDICACIONES

1. Un método para la producción de la harina integral estabilizada que comprende:
 - a) molturar granos enteros para obtener una fracción de endospermo separada, una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas separada del endospermo, y una fracción de salvado y de germen gruesa separada de la fracción de endospermo y la fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas,

en donde dicha fracción de endospermo tiene un contenido de cenizas de 0,5 % en peso a 0,6 % en peso % y una distribución del tamaño de partículas de al menos 65 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros,

dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas tiene un contenido en ceniza de 0,6 % en peso a 2,0 % en peso y una distribución del tamaño de partículas de al menos 65 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a 10 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros, y

dicha fracción de salvado y de germen gruesa tiene un contenido de cenizas superior a 2 % en peso y una distribución del tamaño de partículas de al menos 75 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 500 micrómetros, inferior o igual a 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior a 149 micrómetros, y de 15 % en peso a 25 % en peso, teniendo un tamaño de partículas inferior a 500 micrómetros pero superior o igual a 149 micrómetros,
 - b) moler dicha fracción de salvado y de germen gruesa sin dañar prácticamente el almidón de la fracción de salvado y de germen gruesa para obtener una fracción de salvado y de germen gruesa molida, en donde dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas no está molida,
 - c) estabilizar dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida calentando dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida, para obtener una fracción de salvado y de germen fina estabilizada, y
 - d) combinar dicha fracción de salvado y de germen fina estabilizada con dicha fracción de endospermo para obtener una harina integral estabilizada que tiene una distribución del tamaño de partículas de 0 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a 20 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 70 (210 micrómetros), en donde dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas es de 3 % en peso a 15 % en peso y no se muele reduciendo de esta forma el daño al almidón y aumentando la eficacia de producción.
2. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha fracción de endospermo es de 60 % en peso a 75 % en peso, dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas es de 3 % en peso a 15 % en peso, y dicha fracción de salvado y de germen gruesa es de 10 % en peso a 37 % en peso, estando dichos porcentajes en peso basados en el peso total de dicha fracción de endospermo, dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa, y dichos porcentajes en peso totalizan 100 % en peso.
3. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha fracción de endospermo comprende de 85 % en peso a 95 % en peso de almidón, dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas comprende de 10 % en peso a 50 % en peso de almidón, y dicha fracción de salvado y de germen gruesa comprende de 10 % en peso a 40 % en peso de almidón, y dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas tiene una distribución de tamaño de partículas finas prácticamente igual a la distribución del tamaño de partículas de la fracción de endospermo.
4. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha etapa de molienda de dicha fracción de salvado y de germen gruesa además comprende la etapa de obtener una primera fracción de salvado y de germen gruesa molida y una segunda fracción de salvado y de germen gruesa molida.
5. Un método según la reivindicación 4, en donde dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, dicha primera fracción de salvado y de germen gruesa molida y dicha segunda fracción de salvado y de germen gruesa molida se combinan para obtener una fracción de salvado y germen fina combinada.
6. Un método según la reivindicación 5, en donde dicha fracción de salvado y germen fina combinada tiene una distribución del tamaño de partículas de al menos 75 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a 149 micrómetros, e inferior o igual a 15 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a 250 micrómetros.
7. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha molturación de los granos enteros comprende someter los granos enteros a una pluralidad de operaciones de rotura, operaciones de estirado, y

operaciones de clasificación para obtener dicha fracción de endospermo, fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas, y fracción de salvado y de germen gruesa.

- 5 8. Un método según la reivindicación 7, en donde dicha pluralidad de operaciones de rotura incluye el uso de corrugaciones opacas para reducir el daño del almidón durante las operaciones de rotura y conseguir una distribución del tamaño de partícula más grande para dichas fracciones.
- 10 9. Un método según la reivindicación 1 en donde dicha fracción de endospermo se hidrata para obtener un contenido de humedad de 10 % en peso a 14,5 % en peso, basado en el peso de dicha fracción de endospermo, en donde dicha fracción de endospermo hidratada se combina después del enfriamiento con dicha fracción de salvado y de germen fina estabilizada para obtener la harina integral estabilizada.
- 15 10. Un método según la reivindicación 9, en donde dicha fracción de endospermo se enfría a una temperatura inferior a 32 °C (90 °F) para obtener una fracción de endospermo enfriada antes de combinarse con dicha fracción de salvado y de germen fina estabilizada.
- 20 11. Un método según la reivindicación 10, en donde dicha fracción de salvado y de germen fina estabilizada se enfría a una temperatura inferior a 32 °C (90 °F) antes de combinarse con dicha fracción de endospermo enfriada.
- 25 12. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida se hidratan antes de la estabilización.
- 30 13. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida se hidratan hasta un contenido de humedad de 10 % en peso a 20 % en peso.
- 35 14. Un método según la reivindicación 1, en donde la harina integral estabilizada tiene un contenido de humedad de 10 % en peso a 14,5 % en peso, basado en el peso de la harina integral estabilizada.
- 40 15. Un método según la reivindicación 1, en donde la estabilización de dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida para obtener una fracción de salvado y de germen fina estabilizada reduce la actividad lipasa a menos de aproximadamente 250 unidades/g/hora, de la fracción de salvado y de germen fina estabilizada, donde una unidad es el número de micromoles (µM) de heptanonato de 4-metilumbeliferilo (4-MUH) hidrolizada por hora por gramo de fracción de salvado y germen fina estabilizada.
- 45 16. Un método según la reivindicación 1, en donde la estabilización de dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas y dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida evita un contenido de acrilamida superior a 150 ppb, basado en el peso de dicha fracción de salvado y de germen fina estabilizada, en donde la estabilización comprende calentar a una temperatura de 100 °C a 140 °C.
- 50 17. Un método según la reivindicación 1, en donde dicha fracción de salvado y de germen fina estabilizada tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico) inferior a 200 %, y la harina integral estabilizada tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico) inferior a 90 %, un contenido de ácidos grasos libres inferior a 10 % en peso de los lípidos totales de la harina a los tres meses o inferior a 3000 ppm, basado en el peso de la harina integral estabilizada, y un contenido de hexanal inferior a 10 ppm después de 1 mes de almacenamiento acelerado a 95 °C, basado en el peso de la harina integral estabilizada.
- 55 18. El método de la reivindicación 1 para producir una harina integral estabilizada sin dañar prácticamente el almidón, en donde la fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas no se somete a reducción del tamaño de partículas adicional, y la fracción de salvado y de germen gruesa se somete a reducción del tamaño de partículas adicional,
- 60 en donde dicha molienda de dicha fracción de salvado y de germen gruesa usa un proceso de molienda en dos etapas, en donde una primera etapa de molienda comprende colisiones entre partículas y una segunda etapa de molienda comprende molienda mediante reducción del tamaño mecánica y en donde las partículas más finas que una primera finura de la partícula no se someten a dicha segunda etapa de molienda, para producir una fracción de salvado y de germen gruesa molida,
- 65 en donde en la etapa (c), dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida y dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas se estabilizan para obtener una fracción de salvado y de germen fina estabilizada que tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua inferior a 200 %, y en donde dicha harina integral estabilizada obtenida en la etapa (d) tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua inferior a 90 % y un contenido de hexanal inferior a 10 ppm después de 1 mes de almacenamiento acelerado a 95 °C, basado en el peso de la harina integral estabilizada.

19. Un método según la reivindicación 18, en donde dicha primera etapa de molienda comprende moler la fracción gruesa en un molino de hueso, en donde no se emplea un bucle de recirculación del molino de hueso, y en donde dicha segunda etapa de molienda comprende molienda en un molino universal.
- 5 20. El método de la reivindicación 1 para producir harina integral estabilizada que incluye endospermo, salvado y germen, sin dañar prácticamente el almidón que comprende:
- 10 en donde dicha fracción de salvado y de germen gruesa tiene un residuo de endospermo, en donde en la etapa (b) dicha fracción de salvado y de germen gruesa, incluido dicho resto de endospermo en una cantidad de 5-10 % del endospermo en los granos enteros, se muele para minimizar el daño al almidón y para producir la fracción de salvado y de germen gruesa molida, comprendiendo además hidratar dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida y dicha fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas hasta un contenido de humedad de 10 % a 20 % en peso, basado en el peso de la fracción,
- 15 en donde en la etapa (c) hasta 10 % de dicho residuo de endospermo de dicha fracción de salvado y de germen gruesa molida se somete a estabilización para evitar la gelatinización del almidón, y 80-100 % del salvado y el germen se someten a estabilización para reducir la actividad lipasa y lipoxigenasa, para producir una harina integral estabilizada que tiene una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua inferior a 90 % y un contenido de hexanal inferior a 10 ppm después de 1 mes de almacenamiento acelerado a 95 °C, basado en el peso de la harina integral estabilizada.
- 20 21. Una harina integral estabilizada térmicamente que comprende una fracción de endospermo que tiene un contenido en ceniza de 0,5 % en peso a 0,6 % en peso %, una fracción de salvado y de germen fina con bajo contenido en cenizas que tiene un contenido en ceniza de 0,6 % en peso a 2,0 % en peso, y una fracción de salvado y de germen gruesa que tiene un contenido en ceniza superior 2 % en peso, teniendo la harina integral estabilizada térmicamente:
- 25 a) una actividad lipasa inferior a 250 unidades/g hora de la harina integral estabilizada, donde una unidad es el número de micromoles (μM) de heptanonato de 4-metilumbeliferilo (4-MUH) hidrolizado por hora por gramo de harina integral estabilizada,
- 30 b) un contenido de acrilamida inferior a 45 ppb, basado en el peso de harina integral estabilizada,
- c) una capacidad de retención del disolvente carbonato sódico-agua (SRC carbonato sódico) inferior a 90 %,
- 35 d) un contenido de ácidos grasos libres inferior a 10 % en peso de los lípidos totales de la harina a los tres meses o inferior a 3000 ppm, basado en el peso de la harina integral estabilizada, y
- e) un contenido de hexanal inferior a 10 ppm después de 1 mes de almacenamiento acelerado a 95 °C, basado en el peso de la harina integral estabilizada, y
- 40 una distribución del tamaño de partículas de 0 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso en un tamiz normalizado malla n.º US 70 (210 micrómetros).
- 45 22. Una harina integral estabilizada térmicamente según la reivindicación 21, que tiene una distribución del tamaño de partículas de al menos 85 % en peso a través de un tamiz normalizado malla n.º US 100 (149 micrómetros), e inferior o igual a 5 % en peso superior a 250 micrómetros.
23. Una harina integral estabilizada térmicamente según la reivindicación 21, que es una harina de trigo integral.

FIG. 1

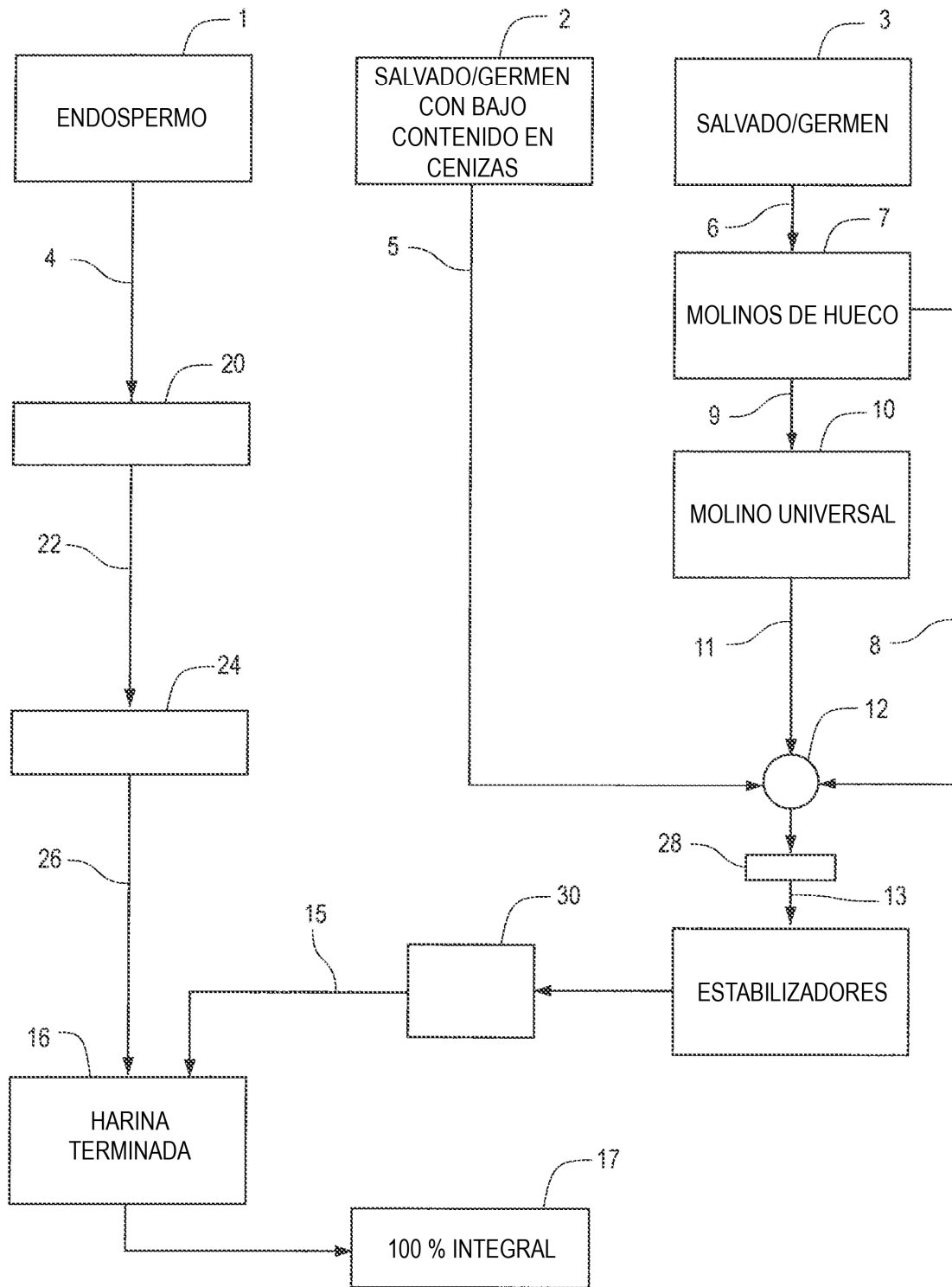


FIG. 2

