

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 402 710**

51 Int. Cl.:

<b>B02C 18/10</b>	(2006.01)	<b>C12C 7/06</b>	(2006.01)
<b>B02C 18/22</b>	(2006.01)	<b>C12C 7/14</b>	(2006.01)
<b>B02C 21/00</b>	(2006.01)		
<b>B02C 25/00</b>	(2006.01)		
<b>B02C 17/16</b>	(2006.01)		
<b>B02C 18/06</b>	(2006.01)		
<b>B02C 18/16</b>	(2006.01)		
<b>B02C 18/18</b>	(2006.01)		
<b>C12C 7/01</b>	(2006.01)		
<b>C12C 7/04</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2010 E 10704007 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013 EP 2393911**

54 Título: **Método para preparar un extracto líquido de grano de cereal y aparato adecuado para su uso en dicho método**

30 Prioridad:

**05.02.2009 EP 09152147**

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

**08.05.2013**

73 Titular/es:

**HEINEKEN SUPPLY CHAIN B.V. (100.0%)  
Burgemeester Smeetsweg 1  
2382 PH Zoeterwoude, NL**

72 Inventor/es:

**MULDER, HENDRIKUS y  
VAN RIJN, CORNELIS**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

ES 2 402 710 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para preparar un extracto líquido de grano de cereal y aparato adecuado para su uso en dicho método

5 Campo técnico de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un método para la preparación de un extracto líquido de grano de cereal. El método según la presente invención puede usarse adecuadamente, por ejemplo, en la industria cervecera, p. ej. para la producción de mosto.

10

[0002] La invención además proporciona un sistema que comprende un aparato y un dispositivo de separación adecuado para su uso en el método mencionado.

15 Antecedentes de la invención

15

[0003] En la industria cervecera, la molienda de materias primas antes de la maceración para la producción de mosto se hace normalmente mediante una de las siguientes técnicas:

20

- molienda en seco por molino de rodillos
- molienda en seco por molino de martillos
- molienda en húmedo por remojo y molino de rodillos
- molienda acondicionada (similar a la molienda en seco por molino de rodillos, excepto que nivel de humedad de la malta se eleva ligeramente para hacer que las cáscaras de los granos sean más plegables).
- molienda de bomba de dispersión

25

[0004] Cada una de estas operaciones tiene sus ventajas y sus inconvenientes en cuanto al rendimiento del extracto, recogida de oxígeno, rendimiento de separación en la separación de la mezcla, efecto sobre el procesamiento aguas abajo, rendimiento enzimático de molienda (tiempo de maceración), aspectos higiénicos, consumo de energía, riesgos de explosión del polvo, extracción de taninos de las cáscaras, escorrentía de filtración, etc.

30

[0005] La DE 1 805 708 divulga un método y un aparato para macerar.

[0006] La molienda húmeda se ha hecho menos popular debido a alguna desventaja importante asociada a este tipo de técnica de molienda, sobre todo las distribuciones con un periodo de permanencia largo para la mezcla y la molienda insuficiente de maltas poco modificadas. No obstante, la molienda húmeda también tiene algunas ventajas importantes con respecto a la molienda en seco. Los reglamentos de seguridad aumentan cada vez más con respecto a los riesgos de explosión del polvo, por ejemplo, requieren medidas preventivas que han elevado el coste de las operaciones de molienda en seco. Las técnicas de molienda húmeda obviamente no requieren tales medidas.

35

[0007] Los inventores han investigado la tecnología de bomba de dispersión como una alternativa posible para la molienda en seco. No obstante, la abrasión de la combinación rotor-estátor debido a partículas que no son de malta se descubrió que suponía costes de mantenimiento altos y rendimiento inseguro.

40

[0008] Por lo tanto, existe una necesidad de una técnica de molienda que combine las ventajas de la molienda húmeda (sin polvo, precauciones de seguridad mínimas, equipamiento simple, gasto de capital bajo) con la simplicidad de, por ejemplo, el proceso de molino a martillos.

45

Resumen de la invención

50

[0009] Los inventores han descubierto que el objetivo anteriormente mencionado se obtiene mediante un método de molienda continua en el que las partículas de grano de cereal se desintegran mientras están suspendidas en un líquido, dicha desintegración se consigue colisionando las partículas de grano libremente suspendidas con una o más palas que giran a una velocidad periférica altísima de al menos 10 m/s. En el presente método, la distancia entre una punta de dicha pala o palas y el eje de rotación está en el rango de 2-25 cm y la energía mecánica total transferida por una o más palas rotativas está en el rango de 5-1000 kJ por kg de grano de cereal seco. Así, el presente método emplea una o más palas rotativas relativamente pequeñas que giran a una velocidad altísima y que permanecen en contacto con la suspensión que contiene las partículas de grano de cereal durante un periodo de tiempo lo suficientemente largo para conseguir una reducción importante del tamaño de la partícula.

55

60

[0010] El método según la presente invención proporciona todos los beneficios de la molienda húmeda, no es más complejo que un molino a martillos y es extremadamente robusto. El presente método utiliza el mismo principio que se aplica en las licuadoras de cocina estándar, es decir una rotación de pala rotativa a velocidad altísima. Debido a la inercia de las partículas de grano de cereal suspendidas, la rápida pala rotativa es capaz de desintegrar estas partículas de grano con el impacto. A diferencia de las técnicas de molienda que se han usado hasta ahora para triturar los granos de cereal a escala industrial, la desintegración de las partículas de grano en el presente método no se basa en la presión de las partículas de grano entre dos superficies sólidas.

65

[0011] Según otro aspecto, se proporciona un sistema para preparar un extracto líquido de grano de cereal, el sistema comprende un aparato de molienda y un dispositivo de separación para separar el grano consumido y el extracto líquido conectado aguas abajo al aparato de molienda, donde el aparato de molienda comprende una entrada de líquido conectada a una cámara de molienda para contener una suspensión molida, donde un rotor se recibe en la cámara de molienda, el rotor comprende una o más palas que se extienden desde el eje de rotación del rotor, la pala se recibe en la cámara de molienda, donde una distancia entre una punta de dicha pala o palas y el eje de rotación está en el rango de 2-25 cm, el rotor está conectado a una unidad de accionamiento para la rotación, donde la unidad de accionamiento está dispuesta para accionar la pala a una velocidad periférica de al menos 10 m/s.

[0012] Las ventajas principales del presente método y sistema se pueden resumir de la siguiente manera:

- ahorro en el gasto de capital y mantenimiento;
- aplicable tanto a la elaboración en lote como a la elaboración continua;
- tiempos de molienda cortos;
- diseño higiénico debido a los flujos constantes que pasan a través del sistema.

Además, los inventores han descubierto que, a diferencia de muchas otras técnicas de molienda, el presente método se puede usar también adecuadamente para triturar y extraer granos de cereal con un contenido de humedad superior al 12%. Por último, los inventores han descubierto de forma imprevista que el presente método, cuando se usa para extraer por ejemplo cebada, produce un extracto líquido con un contenido de  $\beta$ -glucano reducido. Esta reducción de los niveles de  $\beta$ -glucano tiene un efecto positivo en la calidad del producto al igual que en el procesamiento aguas abajo.

[0013] Los beneficios del presente método se pronuncian particularmente cuando se emplean para la producción a escala industrial de extractos líquidos de grano de cereal. Así, el presente método se emplea ventajosamente para preparar un extracto líquido de grano de cereal mediante el procesamiento del grano de cereal a una velocidad de al menos 100 kg de grano de cereal seco por hora.

Dibujos

[0014]

- La figura 1 muestra esquemáticamente una primera forma de realización de un sistema según la invención.
- La figura 2 muestra esquemáticamente una segunda forma de realización de un sistema según la invención.
- Las figuras 3a y 3b muestran esquemáticamente un detalle de una pala según una forma de realización de la invención.
- La figura 4 muestra esquemáticamente una tercera forma de realización de un sistema según la invención.
- La figura 5 muestra esquemáticamente una disposición alternativa de un aparato de molienda según la invención.

Descripción detallada de la invención

[0015] Por consiguiente, un aspecto de la invención se refiere a un método continuo para la preparación de un extracto líquido de grano de cereal mediante la trituración del grano de cereal a una velocidad de al menos 100 kg de grano de cereal seco por hora y la extracción del grano de cereal triturado con un líquido, dicho método comprende:

- la combinación continua del grano de cereal con un líquido;
  - la desintegración continua de las partículas de grano contenidas en el líquido mediante la colisión de las partículas de grano libremente suspendidas con una o más palas, produciendo así una suspensión molida;
  - la transferencia continua de al menos una parte de la suspensión molida, opcionalmente después de más tratamiento, a un dispositivo de separación para la separación del grano consumido y del extracto líquido;
- donde la pala o palas rotativas rotan a una velocidad periférica de al menos 10 m/s; la energía mecánica total transferida a la suspensión molida por una o más palas rotativas está en el rango de 5-1000 kJ por kg de grano de cereal seco; y la distancia entre una punta de dicha pala o palas y el eje de rotación está en el rango de 2-25 cm.

[0016] El término "grano de cereal", como se utiliza en este caso, se refiere a una forma particulada de un cultivo de cereal, una semilla de fruto (cariópside) o una combinación de dos o más de estos materiales. La presente invención abarca un método en el que el grano de cereal empleado es un grano de cereal pre-molido.

[0017] El término "pala", como se utiliza en este caso, se refiere a un objeto sólido que se configura para girar sobre un eje de rotación y que incluye normalmente al menos dos alas (palas) que se extienden radialmente en diferentes direcciones, por ejemplo opuestas, desde un punto central (de gravedad). Un requisito de la pala es que se pueda usar

adecuadamente para desintegrar las partículas de grano con el impacto. Además, es necesario que la pala proporcione acción agitadora para mezclar el grano de cereal con el líquido, ayudando así a la trituración uniforme de las partículas de grano.

5 [0018] El término "desintegrar", como se utiliza en este caso, se refiere a la ruptura de una partícula sólida en dos o más partículas sólidas. El término "desintegrar" no abarca la ruptura de partículas débilmente ligadas, tales como aglomerados.

10 [0019] El término "energía mecánica", como se utiliza en este caso, se refiere a la cantidad total de energía potencial y energía cinética que transfieren a la suspensión molida una o más palas. La cantidad de energía mecánica que se transfiere en el presente método se puede deducir, por ejemplo, del aumento de temperatura provocado por el palas y/o se puede calcular a partir del par que se emplea para girar las palas.

15 [0020] La frase "una o más palas giratorias" se entiende que se refiere a las palas que se mueven a través del líquido que contiene las partículas de grano en una trayectoria giratoria. Según una forma de realización, la pala o palas rotativas se montan sobre un eje rotativo o un cuerpo rotativo (p. ej. dentro del cilindro rotativo). Según otra forma de realización que también está abarcada por la presente invención, la pala o palas rotativas se montan sobre un cuerpo fijo y el líquido que contiene las partículas de grano se hace girar por las palas, por ejemplo, bajo la influencia de alas rotativas. Naturalmente, también es posible mejorar la eficacia del presente método utilizando palas que se montan sobre un cuerpo rotativo y haciendo que el líquido gire en una dirección opuesta a la dirección en la que giran las palas.

20 [0021] El presente método se realiza de forma continua, esto significa que el presente proceso emplea una corriente esencialmente continua de grano de cereal y una corriente esencialmente continua de líquido o alternativamente una corriente esencialmente continua que comprende grano de cereal y líquido y que además produce una corriente esencialmente continua de suspensión molida. La parte de la suspensión molida que se transfiere a un dispositivo de separación se separa continuamente de manera ventajosa en extracto líquido y grano consumido. El extracto líquido obtenido de este modo se puede emplear adecuadamente en un proceso de operación continua o por lotes, por ejemplo, un proceso de elaboración de cerveza. Así, el presente método se puede usar en un proceso de elaboración que emplea operaciones de lote tales como producción de mosto por lotes y fermentación por lotes. Según una forma de realización particularmente preferida, el presente método se emplea en un proceso de elaboración continua, que incluye adicionalmente la ebullición del mosto continua, la eliminación de precipitado continua y la fermentación continua.

25 [0022] Además, se proporciona un sistema para preparar un extracto líquido de grano de cereal, dicho sistema es adecuado para el funcionamiento del método descrito aquí anteriormente. El sistema comprende un aparato de molienda y un dispositivo de separación para la separación en grano consumido y en extracto líquido conectado aguas abajo al aparato de molienda, donde el aparato de molienda comprende una entrada de líquido conectada a una cámara de molienda para contener una suspensión molida, donde un rotor se recibe en la cámara de molienda, el rotor comprende una o más palas que se extienden desde el eje de rotación del rotor, las palas se reciben en la cámara de molienda, donde la distancia entre una punta de dicha pala o palas y el eje de rotación está en el rango de 2-25 cm, el rotor se conecta a un unidad de accionamiento para rotación, donde la unidad de accionamiento está dispuesta para accionar la pala a una velocidad periférica de al menos 10 m/s.

30 [0023] Como se ha mencionado anteriormente, el presente método y sistema se pueden poner en práctica idóneamente a escala industrial. Típicamente, en el presente método el grano de cereal se tritura a una velocidad de al menos 150, preferiblemente 200, más preferiblemente de al menos 300 kg de grano de cereal seco por hora.

35 [0024] El presente método y sistema ofrecen la ventaja de que la reducción del tamaño de las partículas de grano se puede conseguir solamente por la acción de las rápidas palas rotativas. De este modo, el desgaste como resultado del contacto directo o indirecto entre los diferentes elementos de un dispositivo de molienda, por ejemplo, como resultado de objetos foráneos tales como piedras, se minimiza. Por consiguiente, conforme a una forma de realización muy preferida de la invención, la desintegración de las partículas de grano bajo la acción de la pala o palas rotativas no es el resultado de la presión de las partículas de grano entre una superficie de dicha pala o palas rotativas y otra superficie sólida. Claramente, esta característica distingue el presente método de las técnicas de molienda húmeda tales como la molienda húmeda por remojo y molino de rodillos, molienda acondicionada y molienda de bomba de dispersión.

40 [0025] El presente método y sistema se pueden utilizar ventajosamente para conseguir una reducción sustancial del tamaño de partícula de las partículas de grano de cereal. Típicamente, la desintegración de las partículas de grano bajo la acción de la pala o palas rotativas produce una reducción del tamaño de la partícula medio ponderado de la masa del grano de cereal de al menos un factor 2, preferiblemente de al menos un factor 4. De la forma más preferible, la pala o palas rotativas producen una reducción de dicho tamaño de partícula medio de al menos un factor 8.

45 [0026] El presente método y sistema pueden usarse perfectamente para preparar un extracto líquido a partir de una amplia variedad de materiales de grano de cereal. Se obtienen resultados particularmente buenos si, antes de la desintegración bajo la acción de la pala o palas rotativas, las partículas de grano que se encuentran en el líquido tienen un tamaño de partícula medio ponderado de masa de 0,5 mm a 1 cm, preferiblemente de 1 mm a 8 mm.

[0027] El presente método y sistema producen típicamente una suspensión molida en la que las partículas tienen un diámetro medio ponderado de masa en el rango de 50-1000  $\mu\text{m}$ , preferiblemente en el rango de 100-800  $\mu\text{m}$ .

5 [0028] Según una forma de realización preferida del presente método, las partículas grandes (gruesas), por ejemplo, las partículas que tienen un diámetro de al menos 0,5 mm, se eliminan selectivamente de la suspensión molida, durante o después de la operación de molienda y antes de que lleguen al dispositivo de separación, pasando la suspensión líquida a través de un elemento de separación adecuado, por ejemplo una criba, una pantalla o un hidrociclón. Los términos "eliminado selectivamente" o "separado selectivamente" quieren decir que las partículas gruesas se eliminan y que las partículas más pequeñas permanecen en la suspensión. Incluso más preferiblemente, las partículas que tienen un diámetro de al menos 1,0 mm se eliminan de la suspensión molida. De la forma más preferible, las partículas que tienen un diámetro de al menos 2,0 mm se eliminan. Las partículas grandes eliminadas de la suspensión molida se reenvían preferiblemente a la fase de molienda, principalmente introduciendo estas partículas separadas en el líquido que contiene las partículas de grano suspendidas. Según una forma de realización particularmente preferida, las partículas separadas se recirculan de forma continua.

20 [0029] Se puede proporcionar un bucle de retroacción desde aguas abajo del aparato de molienda hacia aguas arriba del aparato de molienda. En una forma de realización, un conducto de retorno puede devolver la suspensión que contiene partículas grandes a al menos un aparato de molienda según la presente invención. Se debe entender que esta última forma de realización incluye la recirculación de las partículas separadas directamente al aparato de molienda o aguas arriba del aparato de molienda (p. ej. a un dispositivo de mezcla en el que la alimentación de partículas de grano se combina con el líquido).

25 [0030] El líquido y el grano de cereal se combinan adecuadamente en el presente método para formar una suspensión que contiene 6-50% en peso, preferiblemente 10-45% en peso y de la forma más preferible 15-40% en peso de sustancia seca. Aquí "sustancia seca" incluye tanto material disuelto como no disuelto.

30 [0031] El líquido que se combina con el grano de cereal es preferiblemente un líquido acuoso. El líquido acuoso empleado puede ser agua de elaboración. La presente invención, no obstante, también abarca el uso de una corriente de líquidos acuosos recirculada que tiene su origen en otro lugar del proceso de elaboración. Un ejemplo de tal líquido acuoso recirculado es agua de lavado que se ha usado en el presente método para lavar el grano consumido.

35 [0032] La eficiencia de la molienda del presente método y sistema depende del volumen de la cámara en la que se produce la desintegración de las partículas de grano bajo la acción de las palas rotativas. Si el volumen es grande, puede llevar un tiempo inaceptable conseguir una reducción sustancial del tamaño de partícula. Si el volumen es muy pequeño, también será difícil conseguir una reducción sustancial del tamaño de partícula dado que el periodo de permanencia será tan corto que sólo una parte de las partículas de grano tendrán la oportunidad de chocar con las palas rotativas. Los inventores han descubierto que se puede obtener una trituración muy eficiente del grano de cereal pasando la corriente combinada de cereal y líquido a través de una secuencia de cámaras de volumen relativamente pequeño, donde cada cámara contiene una o más palas rotativas, tal y como ha definido anteriormente. Alternativamente, se puede conseguir una molienda eficiente pasando la corriente combinada a través de un tubo con una secuencia de dos o más, preferiblemente una secuencia de tres o más palas rotativas. El tubo puede ser recto, pero también puede ser curvado. La sección transversal del tubo puede tomar diferentes formas, por ejemplo cuadrada o circular.

45 [0033] Por lo tanto, conforme a esta forma de realización preferida, las partículas de grano se desintegran al pasar el líquido que contiene las partículas de grano a través de dos o más, incluso más preferiblemente a través de tres o más cámaras de trituración, cada una conteniendo una o más palas rotativas. El periodo de permanencia dentro de cada una de las cámaras de trituración está preferiblemente en el intervalo de 0,1-10 minutos, más preferiblemente en el intervalo de 0,1-4 minutos. De la forma más preferible, el periodo de permanencia dentro de cada una de las cámaras de trituración está en el intervalo de 0,2-2 minutos.

55 [0034] Las palas rotativas empleadas en el presente método y sistema se montan de manera adecuada sobre un eje rotativo rápido. Preferiblemente, el presente método y sistema emplean una o más palas rotativas que comprenden cada una al menos dos alas de pala que se extienden radialmente en diferentes direcciones, por ejemplo opuestas, desde un punto central gravitacional que coincide con el eje rotacional.

60 [0035] Las alas de las palas rotativas incluyen bordes delanteros y bordes traseros. Preferiblemente, al menos una parte de los bordes delanteros de las alas de la pala está biselada para proporcionar un borde cortante. Al proporcionar los bordes delanteros de las alas con un borde cortante, la eficacia de las palas rotativas para desintegrar las partículas de grano se puede mejorar más.

65 [0036] Como se ha explicado en la presente anteriormente, la pala o palas empleadas en el presente método y sistema proporcionan ventajosamente una acción de agitación durante el funcionamiento. Como la pala o palas giran dentro del líquido que contiene las partículas de grano suspendidas, los bordes (cortantes) de las palas definen una trayectoria de corte y las alas generan el flujo del líquido y de las partículas de grano. El flujo generado por las alas debido a la

## ES 2 402 710 T3

rotación de la pala o palas atrae el líquido y las partículas de grano suspendidas a través de la trayectoria de cote para mezclar homogéneamente estos componentes y para desintegrar las partículas de grano atrapadas en el líquido usando las palas de corte.

5 [0037] Según una forma de realización ventajosa, una o más palas rotativas actúan como propulsores de agitación, es decir, las palas actúan como alas rotativas y generan una diferencia de presión entre las superficies frontales y posteriores de las palas. Como resultado de la acción de agitación de las palas, las partículas desintegradas serán apartadas por las palas rotativas de modo que pueden ser sustituidas por otras partículas.

10 [0038] Según una forma de realización particularmente preferida, una o más palas comprenden al menos dos alas de pala que están retorcidas, inclinadas o, de otro modo, formadas de manera que los bordes delanteros estén verticalmente orientados por encima o por debajo de los bordes traseros (cuando el eje rotacional es vertical). Si, por ejemplo, las alas de la pala están retorcidas de manera que los bordes delanteros estén orientados verticalmente por encima de los bordes traseros, entonces, la rotación de la pala mezcladora dirige reiteradamente el líquido (incluyendo las partículas granulares) a través de la trayectoria de corte. Como tal, la rotación de la pala mezcladora continuamente atrae las partículas de grano hacia abajo a través de la trayectoria de corte y, luego, empuja las partículas hacia arriba a lo largo de la superficie interior de la cámara de trituración. Consecuentemente, las partículas de grano y el líquido se mezclan homogéneamente debido a que las partículas de grano se muelen y mezclan continuamente con el contenido de la cámara de trituración a través de la rotación de la pala.

20 [0039] Conforme a una forma de realización particularmente preferida, una o más palas comprenden dos o más alas cuyos bordes delanteros definen trayectorias de corte y donde dichas alas de pala están orientadas en ángulos compuestos con respecto al plano perpendicular al eje de rotación a través del centro de gravedad de las palas para proporcionar a la pala mezcladora trayectorias de corte compuestas.

25 [0040] Ventajosamente, cada una de las alas se retuerce o, de otra manera, está formada de manera que su borde delantero esté orientado verticalmente por encima o por debajo de su borde trasero, y en un ángulo tal que su extremo distal esté orientado verticalmente por encima o por debajo del punto central (cuando el eje rotacional es vertical). Conforme a una forma de realización particularmente preferida, el borde delantero de las alas de la pala está orientado verticalmente por encima de su borde trasero y su extremo distal está orientado verticalmente por encima o por debajo del punto central.

30 [0041] Hasta un límite, cuanto mayores sean los ángulos de las alas, y, de manera más importante, las torsiones de las alas, mayor es la cantidad de elevación asociada a la pala mezcladora. Las alas de la pala se pueden retorcer a lo largo de la longitud total del ala o, alternativamente, una parte de las alas de la pala puede estar retorcida para generar una elevación adecuada. Típicamente, el ángulo de inclinación desde el borde delantero al borde trasero de las alas de la pala no excede 60°, más preferiblemente no excede 45° (el ángulo de inclinación se define con respecto a un plano horizontal, siempre que haya un eje vertical rotacional). De la forma más preferible, el ángulo máximo de inclinación desde el borde delantero hasta el borde trasero está en el intervalo de 5-30°.

40 [0042] Las alas de la pala empleadas en el presente proceso se extienden ventajosamente radialmente hacia afuera desde un eje rotativo. Las alas de la pala pueden extenderse hacia afuera en un ángulo descendente o ascendente con respecto al plano radial. Este ángulo descendente o ascendente con respecto al plano radial está preferiblemente en el intervalo de 5-70°, más preferiblemente en el intervalo de 10- 45°. Preferiblemente, una parte de la punta del ala está inclinada con respecto al plano radial en los ángulos mencionados. Típicamente, dicha parte de la punta representa menos del 60%, más preferiblemente menos del 50% de la longitud del ala de la pala.

45 [0043] En una forma de realización ventajosa, la pala o palas rotativas comprenden dos o más alas de pala que se extienden en la misma dirección radial en diferentes ángulos descendentes y ascendentes. Esta disposición de las alas de la pala ofrece la ventaja de que aumenta la eficiencia de la acción de molienda.

50 [0044] Cada una de las alas de la pala tiene una anchura eficaz y una longitud medida entre el eje de rotación y los extremos distales de las puntas de las alas, la proporción entre la anchura eficaz y la longitud de las alas está en el rango de 1:1 a 1:20, preferiblemente en el rango de 1:2 a 1:15.

55 [0045] Como se ha mencionado anteriormente, las palas rotativas empleadas en el presente método y sistema rotan a una velocidad altísima. Típicamente, una o más palas rotativas rotan a una velocidad de al menos 2.000 r.p.m., más preferiblemente de al menos 10.000 r.p.m. La velocidad periférica de la pala o palas rotativas típicamente es de al menos 12 m/s, más preferiblemente al menos 15 m/s, más preferiblemente al menos 20 m/s, incluso más preferiblemente al menos 50 m/s y de la forma más preferible al menos 70 m/s.

60 [0046] Los beneficios de la presente invención se consiguen utilizando palas rotativas de dimensiones relativamente pequeñas. De una parte, es importante emplear una pala rotativa que sea lo suficientemente larga para asegurar que a lo largo de una parte importante de la longitud de la pala el impacto con el que esta pala golpea las partículas de grano sea suficiente para desintegrar estas partículas. Al mismo tiempo, no obstante, la longitud de la pala tiene un tope, dado que el par necesario para girar la pala a velocidad periférica alta aumenta exponencialmente con el aumento de la

longitud de la pala y también porque las palas largas son mucho más vulnerables cuando funcionan a altas r.p.m. Típicamente, la distancia entre una punta de la pala o palas rotativas empleadas en el presente método y el eje de rotación (es decir, la longitud de dicha pala o palas) está en el intervalo de 2,5-20 cm, más preferiblemente en el intervalo de 2,5-18 cm y de la forma más preferible en el intervalo de 3 a 15 cm. Según una forma de realización particularmente preferida, las puntas de todas las palas rotativas giran a una velocidad periférica de al menos 10 m/s, especialmente a una velocidad periférica de al menos 20 m/s, están localizadas a 25 cm, más preferiblemente a 20 cm, incluso más preferiblemente a 18 cm y de la forma más preferible a 15 cm del eje de rotación.

[0047] Para garantizar que el método presente se pueda utilizar con poco mantenimiento, es aconsejable emplear palas rotativas fabricadas en un material resistente de corte seleccionado del grupo que consiste en metales, cerámica, polímeros sintéticos, diamante y combinaciones de los mismos.

[0048] Según una forma de realización particularmente preferida, la pala o palas rotativas tienen un espesor de 0,1-1 cm, más preferiblemente de 0,2-0,8 cm y de la forma más preferible de 0,25-0,6 cm. Es ventajoso emplear una pala de espesor mínimo ya que esto minimiza la fricción rotacional y maximiza la capacidad de 'corte' de la pala. Naturalmente, no obstante, el espesor debería ser suficiente para garantizar una vida operativa adecuada de la pala rotativa.

[0049] La temperatura del líquido que se combina con el grano de cereal antes de la desintegración por acción de las palas rotativas puede variar dentro de un rango amplio. Típicamente, la temperatura del líquido cuando está combinado con el grano de cereal está en el intervalo de -5 a 100 °C, preferiblemente en el intervalo de 10-60 °C.

[0050] Para conseguir una reducción importante del tamaño de partícula del grano de cereal, una cantidad importante de energía mecánica debe ser transferida por una o más palas rotativas a la suspensión molida. Típicamente, la cantidad total de energía mecánica transferida a la suspensión molida por una o más palas rotativas es de al menos 8, más preferiblemente al menos 10 y de la forma más preferible al menos 15 kJ por kg de grano de cereal seco. El presente método ofrece la ventaja de que se puede conseguir una reducción considerable del tamaño del grano de cereal con una cantidad limitada de transferencia de energía mecánica. Por consiguiente, la energía mecánica total transferida a la suspensión molida por una o más palas rotativas, ventajosamente, no excede 800, más preferiblemente no excede 500, más preferiblemente no excede 300 kJ por kg de grano de cereal seco.

[0051] La energía mecánica transferida a la suspensión molida por una o más palas rotativas, en ausencia de enfriamiento o evaporación significativa, provocará un aumento de la temperatura de la suspensión molida. En el presente método, la desintegración de las partículas de grano está acompañada típicamente de un aumento de la temperatura de la suspensión molida de menos de 100 °C, más preferiblemente menos de 60 °C y de la forma más preferible menos de 30 °C. Para evitar un aumento significativo de temperatura, la suspensión de partículas de grano se pueden enfriar durante la operación de molienda. Según una forma de realización preferida, no obstante, la desintegración de las partículas de grano se consigue sin enfriar la suspensión.

[0052] La suspensión molida se puede someter adecuadamente a uno o más tratamientos adicionales antes de ser transferida a un dispositivo de separación para la separación en grano consumido y en extracto líquido. Conforme a una forma de realización preferida, antes de la separación en grano consumido y en extracto líquido, la suspensión molida se somete a una operación de maceración para permitir que las enzimas descompongan el almidón extraído en azúcares, típicamente maltosa.

[0053] La separación en grano consumido y en extracto líquido se puede conseguir adecuadamente mediante cualquier técnica de separación sólido-líquido conocida en la técnica. Preferiblemente, dicha separación se ejecuta mediante uno o más dispositivos de separación seleccionados de: un filtro de mosto, un centrifugador, una cuba-filtro, una criba. El presente método es adecuado particularmente para preparar una suspensión molida que se pueda separar de manera muy eficaz mediante un filtro de mosto. Por lo tanto, en una forma de realización particularmente ventajosa, el presente método emplea un filtro de mosto para separar la suspensión molida en grano consumido y en extracto líquido.

[0054] Ejemplos de granos de cereal que pueden procesarse de manera idónea mediante el presente método incluyen cebada, sorgo, arroz, maíz, alforfón, centeno, mijo, versiones malteadas de estos granos de cereal y combinaciones de los mismos. Según una forma de realización particularmente preferida, el grano de cereal del presente método incluye cebada, cebada especialmente malteada.

[0055] Además, la invención se ilustra con referencia a las figuras, en las que:

La figura 1 muestra esquemáticamente una primera forma de realización de un sistema según una forma de realización de la invención.

La figura 2 muestra esquemáticamente una segunda forma de realización,

Las figuras 3a y 3b muestran esquemáticamente un detalle de una pala según una forma de realización de la invención,

La figura 4 muestra esquemáticamente una tercera forma de realización.

La figura 5 muestra esquemáticamente una disposición alternativa de un aparato de molienda según la invención.

La figura 1 proporciona un ejemplo esquemático de una forma de realización de la invención. La figura muestra una sección transversal de un aparato de molienda 1. Además, la figura 1 muestra esquemáticamente un reactor 50 (p. ej. un intercambiador térmico) y un dispositivo de separación 20 (p. ej. un dispositivo para separar sólidos de líquidos) según la invención. Un sistema que comprende el aparato de molienda 1, un reactor 50 y un dispositivo de separación 20 se puede usar para preparar y producir un extracto líquido de un grano de cereal, tal como mosto.

[0056] El sistema según la invención comprende uno o más aparatos de molienda 1. En una forma de realización, el sistema según la invención comprende una serie de dos o más aparatos de molienda 1. Los dos o más aparatos de molienda 1 se conectan preferiblemente en serie. También es posible emplear un aparato de molienda que contiene una secuencia de palas rotativas, por ejemplo usando un tubo que soporta dos o más palas rotativas. El uso de dos o más aparatos de molienda o el uso de una secuencia de palas rotativas permite la desintegración eficaz de las partículas de grano, como se explicará con más detalle más adelante.

[0057] En la figura 1, se introduce un líquido en un aparato de molienda 1 a través de una entrada 2 en una cámara de molienda 3. En la forma de realización según la figura, la cámara de molienda 3 es un recipiente o contenedor. Una segunda entrada 4 representa esquemáticamente la entrada para alimentar el grano de cereal a la cámara de molienda 3. Aunque las entradas 2, 4 se muestran en una posición específica, el experto en la materia es capaz de colocar las entradas 2, 4 en las posiciones deseadas. En una forma de realización, una de las entradas trae el líquido o el grano de cereal a una parte intermedia de una cámara de molienda 3, por ejemplo cerca de las palas 30, 31. En otra forma de realización, una mezcla de líquido y grano de cereal se introduce en el aparato de molienda 1 a través de la entrada 2.

[0058] La cámara de molienda 3 contiene una suspensión de grano de cereal. La suspensión se muestra en la figura con un nivel de fluido 13. No obstante, en una forma de realización preferida, la cámara de molienda 3 está completamente llena de fluido.

[0059] Es posible controlar la entrada de líquido y de grano de cereal en la cámara de molienda. Se pueden recoger los parámetros que representan las cantidades de entrada de flujo (esquemáticamente ilustrado en la figura 1 en forma de válvulas de reglaje 44 o tornillo de dosificación 45) en un controlador 5 que comprende un procesador y una memoria (no mostrada). El controlador 5 está conectado, de forma inalámbrica, por ejemplo, con un dispositivo de medición (no mostrado) para medir la cantidad de flujo. La válvula de reglaje 44, al igual que el tornillo de dosificación 45, pueden comprender medios para el control de la cantidad de flujo en la cámara de molienda 3.

[0060] El controlador 5 se conecta con la unidad de accionamiento 6 y puede controlarla. La unidad de accionamiento 6 representa esquemáticamente una unidad que es capaz de poner el rotor 7 en rotación a una velocidad deseada. La unidad de accionamiento 6 puede ser un motor electrónicamente controlado. Puede comprender una transmisión.

[0061] El rotor 7 comprende un eje 8 que se extiende dentro de la cámara de molienda 3 suspendido en el cojinete del eje sellado 12 representado esquemáticamente. En una forma de realización, la unidad de accionamiento 6 también se recibe en la cámara de molienda 3. En una forma de realización, se recibe una transmisión en la cámara de molienda 3.

[0062] En una forma de realización, el eje de rotación de la unidad de accionamiento 6 se conecta al eje 8 vía una transmisión. En una forma de realización, una unidad de accionamiento 6 puede utilizarse para accionar más de un eje 8 de diferentes aparatos de molienda 1. En una forma de realización, un aparato de molienda 1 comprende más de un eje 8 que tiene diferentes palas 30, 31.

[0063] Dos palas 30, 31 se montan sobre el eje 8. Una pala 30, 31 es una unidad reemplazable que se puede bloquear y desbloquear sobre el eje 8. En el ejemplo ilustrado, un manguito 46 está colocado entre las palas 30, 31. El experto en la materia será capaz de disponer diferentes tipos de sistemas de montaje para montar y trabar una pala 30, 31 al eje 8.

[0064] En una forma de realización, la pala 30 comprende tres alas de pala 9-11, como se muestra en la forma de realización de la figura 3b. La distancia 15 desde el eje de rotación 14 a la punta 16 de una pala es de al menos 2 cm. Preferiblemente, la distancia 15 es de al menos 5 cm y más preferiblemente de al menos 10 cm. En una forma de realización, las palas tienen una longitud máxima 15 de como máximo 25 cm, más preferiblemente como máximo 20 cm. La pala 30 se dispone y se construye para rotar en una dirección 28 en el sentido de las agujas del reloj, ya que un borde afilado 29 formará el borde frontal de las alas 9-11 durante la rotación. Además, la parte distal 27 de las alas 9-11 comprende una aleta doblada hacia arriba 26. Las aletas 26 y los bordes frontales afilados 29 están dispuestos y contruidos para pulverizar los granos presentes en el fluido que se encuentra en la cámara de molienda. Las aletas 26 están dispuestas y contruidas además para agitar el fluido en funcionamiento.

[0065] Según la invención, la punta 16 tendrá una velocidad mínima de al menos 10 m/s para crear un efecto tipo mezcladora durante la molienda.

[0066] La figura 3a muestra una forma de realización diferente de una pala 90. La pala 90 comprende un manguito central tipo cuerpo 91 con cuatro alas 92-95 que se extienden radialmente desde el manguito tipo cuerpo 91. Cada ala 92-95 comprende una parte 96 que generalmente se extiende radialmente y una parte de punta 97, más distal de la

5 parte 96 que se extiende bajo un ángulo  $\alpha$  hacia arriba o hacia abajo con respecto al plano radial 98. En una forma de realización, las alas 92-95 también están provistas de una aleta. Esto no se muestra en la figura 3a. La aleta, u otra parte del ala que se extiende en una dirección paralela al eje del eje 14, puede provocar una alteración en el fluido durante la rotación, provocando la mezcla del fluido en uso, lo que permite la molienda de todo el fluido que contiene la cámara de molienda 3.

[0067] En una forma de realización, las aletas están dispuestas y construidas para causar una succión y empuje del fluido hacia y desde el ala durante la rotación de la misma para provocar agitación en el fluido.

10 [0068] En una forma de realización, el eje 8 se extiende desde un extremo inferior de la cámara de molienda 3 hacia arriba en el fluido que contiene la cámara de molienda 3. Las palas se extienden desde el eje cerca de una superficie inferior de la cámara de molienda.

15 [0069] El controlador 5 puede controlar la unidad de accionamiento 6 para llevar las palas a rotación. La unidad de accionamiento es capaz de rotar la punta 16 de las alas de la pala al menos 10 m/s, preferiblemente al menos 15 m/s. Esto permite obtener un efecto licuadora de cocina a escala industrial, lo que produce un sistema de preparación de un extracto líquido de grano de cereal por trituración del grano de cereal a una velocidad de al menos 100 kg de grano de cereal seco por hora, más eficaz que los sistemas del estado de la técnica.

20 [0070] Preferiblemente, el aparato 1 está dispuesto para una alimentación continua de líquido y grano de cereal.

25 [0071] La figura 2 muestra una forma de realización diferente, donde una cámara de mezcla 60 está dispuesta hacia arriba a partir de una serie de tres aparatos de molienda 61 y donde otros elementos son similares a la primera forma de realización. La cámara de mezcla 60 comprende dos entradas 62, 63 para grano de cereal y para agua o un líquido acuoso, que se unen en un contenedor, que generalmente tiene forma de tambor, que comprende un dispositivo de mezcla 64 ilustrado esquemáticamente. El dispositivo de mezcla comprende una pala 65 y una unidad de accionamiento 66. La unidad de accionamiento 66 y la pala 65 están dispuestas para mezclar el fluido y el grano. Preferiblemente, se utilizan r.p.m. bajas para mezclar. En una forma de realización, la cámara de mezcla 60 está dispuesta para llevar a cabo un proceso previo de molienda de la suspensión. En la forma de realización mostrada, la suspensión mezclada fluye hacia un primer aparato de molienda 61 de tres aparatos de molienda 61 que tienen una configuración similar al aparato de molienda 1.

35 [0072] Durante el funcionamiento, las palas 30, 31 y en particular las puntas 16 de las alas de las palas 9-11 desintegran partículas de grano suspendidas en el líquido que se encuentra en la cámara de molienda 3. Las alas de las palas, debido a la alta velocidad angular y, en particular, debido a la alta velocidad de las puntas 16 de las alas de las palas 9-11, transfieren una cantidad sustancial de energía cinética a la suspensión. Preferiblemente, la energía mecánica total transferida es de al menos 5 kJ por kg de grano de cereal seco. El controlador 5 es capaz de controlar que la velocidad de rotación sea suficiente para transferir la cantidad adecuada de energía cinética a la suspensión, es decir, energía cinética suficiente para desintegrar las partículas de grano de la suspensión.

40 [0073] Para aumentar la mezcla de las partículas suspendidas como resultado del funcionamiento del aparato de molienda 1, la cámara de molienda podría comprender uno o más deflectores 74, 75 que se extienden en la forma de realización mostrada en dirección radial hacia adentro desde la pared de la cámara de molienda 3. Los deflectores 74, 75 puede ser parte de un cuerpo de deflector situado en la cámara de molienda 3.

45 [0074] El primer aparato de molienda mostrado en la figura 1 tiene una salida 18. La salida 18 puede comprender una válvula 19 (o una bomba), que se puede controlar mediante un controlador 5. La salida 18 permite transportar la suspensión de grano al siguiente aparato de molienda. El último aparato de molienda tiene una salida 21 que permite transportar la suspensión molida a una cámara de reactor 50 y aguas abajo a un dispositivo de separación 20. El dispositivo de separación 20, en esta forma de realización, comprende una malla 22 ilustrada esquemáticamente aguas arriba de la salida 23.

50 [0075] En una forma de realización, el dispositivo de separación 20 comprende además un centrifugador. El experto en la preparación de extractos líquidos de granos de cereal estará familiarizado con disposiciones diferentes que se pueden usar en combinación con un aparato de molienda según la forma de realización mostrada.

55 [0076] En una forma de realización, la salida 18 se sitúa generalmente a una altura a medio camino de la cámara de molienda 3. Esto permite la transferencia continua del fluido molido desde la cámara 3. Cerca de la parte inferior, se juntarán las partículas suspendidas más pesadas, mientras que cerca de un extremo más alto habrá menos partículas suspendidas.

[0077] Aunque la figura 1 muestra un nivel de líquido 13, también es posible, y en algunas formas de realización se prefiere, que las cámaras funcionen sin una fase gaseosa de espacio de aire presente en el aparato de molienda 1.

65 [0078] En una forma de realización, la transferencia entre los aparatos de molienda 1, 61 y hacia una cámara de reacción 50 es continua. Las fases de transferencia posteriores podrían ser de lote y/o continuas.

[0079] Aunque la figura 1 ilustra el sistema según la invención de forma muy esquemática, el experto en la materia será capaz de mejorar la forma de realización mostrada a escala industrial, usando la invención como se describe en la presente. En particular, el experto en la materia es capaz proporcionar el sistema según la invención en una cervecera.

[0080] La figura 4 ilustra esquemáticamente una tercera forma de realización de un sistema según la invención. La figura 4 muestra esquemáticamente un sistema que comprende un aparato de mezcla 100 y un aparato de molienda 104, donde dicho aparato de molienda comprende una única cámara de molienda 105, donde se reciben tres unidades de accionamiento y rotores 101, 102, 103 ilustrados esquemáticamente. El grano de cereal 120 y el agua o un líquido acuoso 121 se añaden a la cámara mezcladora 112 para convertirse en una suspensión.

[0081] El aparato de mezcla 100 comprende un rotor 111 que se encuentra en la cámara de mezcla 112, donde también hay una unidad de accionamiento 113 conectada al rotor 111 completamente recibida en la cámara de mezcla 112.

[0082] La cámara de molienda 105 comprende tres unidades de molienda 106-108 separadas esquemáticamente por paneles de subdivisión 109, 110. Los paneles de subdivisión 109, 110 están dispuestos ventajosamente de tal manera que las partículas grandes (o gruesas) contenidas en la suspensión que fluyen a través de la cámara 105 se retienen en las unidades de molienda 106 y 107 respectivamente. En el ejemplo ilustrado, las partículas grandes se retienen mediante los paneles de subdivisión 109 y 110 debido a que el nivel de suspensión 122 de la cámara de mezcla 105 es suficientemente alto para permitir que la suspensión rebose estos paneles a la siguiente unidad de molienda pero no lo suficientemente alto para arrastrar las partículas grandes que contiene. Así, las partículas grandes quedan retenidas en la unidad de molienda 106 y la unidad de molienda 107 hasta que hayan sido desintegradas por la acción de molienda a un tamaño de partícula que pueda pasar el panel de subdivisión 109 o el panel de subdivisión 110.

[0083] Aguas abajo de la cámara de molienda 105, una bomba 115 mantiene el flujo de la suspensión conforme a las flechas indicadas en la figura. Se puede obtener otra separación de partículas grandes en el elemento de separación 116 aguas abajo de la bomba 115. El conducto de reciclaje 125 puede producir un flujo de retroacción de partículas grandes separadas hacia una o varias de las unidades de molienda 106, 107, 108.

[0084] La suspensión que contiene partículas adecuadamente desintegradas fluye aguas abajo hacia el reactor 117 y de allí a un separador de grano consumido 118 para obtener el extracto líquido 119.

[0085] La figura 5 ilustra una forma de realización diferente de un aparato de molienda 130. Una unidad de accionamiento 131 se conecta a un bastidor, no mostrado. Además, el elemento fijo 135 se conecta fijamente a este bastidor. La unidad de accionamiento 131 acciona un cuerpo rotor 133 que porta unas palas 136 en rotación según la flecha 138. El cuerpo rotor 133 se instala giratorio 134 sobre el elemento fijo 135. Aquí, el elemento fijo 135 se sitúa en la posición del eje de rotación. La punta de las palas 136 está situada cerca de 139.

[0086] A continuación se ilustrará la invención mediante los siguientes ejemplos no limitativos.

## Ejemplos

### Ejemplo 1

[0087] Una corriente continua de 128 kg/h de malta se introdujo en una cámara de molienda junto con una corriente continua de 283 kg/h de agua de elaboración. En la cámara de molienda, que tenía un volumen de 6 L, rotaba una pala con un diámetro de 8,5 cm a 21.500 r.p.m. La corriente de producto de esta cámara se transfirió a 2 cámaras similares que funcionaban en serie con ajustes de proceso idénticos. Este sistema de molienda se llevó a estado de equilibrio por molienda durante al menos 20 min., con condiciones de alimentación constante.

[0088] El producto de la tercera cámara de molienda se recogió y vertió en un recipiente de maceración agitada de 100 L. Se usó un perfil de maceración típico con: un reposo de proteína de 20 min. a 58°C, una fase de calentamiento para alcanzar 66°C en 15 min., un reposo de sacarificación a 66°C durante 25 min., nuevamente calentamiento durante 15 min a 76°C y un reposo final a esta temperatura durante 10 min. De aquí en adelante, la trituration se transfirió a un filtro de mosto de 2 cámaras. El filtro de mosto funcionó de la misma forma que con la malta molida a martillo.

[0089] El mosto resultante se bombeó hacia un recipiente de ebullición y el mosto se hirvió durante 90 min. Después de la separación del precipitado caliente y del enfriamiento del mosto a temperatura de fermentación, se añadió oxígeno y levadura y se realizó una fermentación de cerveza normal. Se extrajeron muestras de mosto y se analizaron, indicando una gravedad original del mosto de 12,9% (p/p).

[0090] El producto de cerveza final se envasó en contenedores adecuados (botellas) y se analizó según los parámetros de calidad de la cerveza. El análisis según los parámetros de mosto y los parámetros de cerveza indicaron un buen rendimiento de maceración y una buena calidad del producto. De especial interés es la cantidad de azúcares fermentables formados durante el proceso de maceración, que indican la disponibilidad de almidón para inducción

enzimática por la molienda de los granos de malta. En este ejemplo, un valor de 69,8 % (p/p) de los carbohidratos eran azúcares fermentables, dando como resultado un límite de atenuación final aparente de 86% (p/p).

**Ejemplo 2**

5 [0091] Se introdujeron corrientes continuas de 200 kg/h de malta y 400 kg/h de agua en un recipiente de mezcla, agitado continuamente con un propulsor para obtener una suspensión. La mezcla se transfirió a una primera cámara de molienda con un volumen de 6 L. Una pala con un diámetro de 8,5 cm se rotó continuamente a 21.500 r.p.m. en la  
10 cámara. El flujo del producto de esta cámara se transfirió a dos cámaras similares accionadas en serie con ajustes de proceso idénticos.

[0092] Después de esta secuencia de cámaras de mezcla, una bomba de desplazamiento positivo transfirió la mezcla a un reactor de conversión vertical de 600 L de volumen. El reactor estaba equipado con un eje vertical sobre el que  
15 estaban montados discos para conseguir la mezcla. Un perfil de temperatura a lo largo de la altura del reactor se aplicó con un reposo de proteína a 58°C, un reposo de sacarificación a 67°C y un reposo final a 78°C. Después, la trituración se transfirió a un centrifugador decantador para eliminar las partículas.

[0093] El mosto resultante se bombeó hacia un reactor de ebullición con la misma forma que el reactor de conversión y el mosto se hirvió durante 60 min a 103°C. Después de separar el precipitado caliente y de enfriar el mosto a  
20 temperatura de fermentación, se agregó oxígeno y levadura y se realizó una fermentación de cerveza normal.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Método continuo de preparación de un extracto líquido de grano de cereal por trituración de granos de cereal a una velocidad de al menos 100 kg de grano de cereal seco por hora y extracción del grano de cereal triturado con un líquido, dicho método incluye:
- la combinación continua del grano de cereal con un líquido;
  - la desintegración continua de las partículas de grano contenidas en el líquido mediante la colisión de las partículas de grano libremente suspendidas con una o más palas rotativas, produciendo así una suspensión molida;
  - la transferencia continua de al menos una parte de la suspensión molida, opcionalmente después de más tratamiento, a un dispositivo de separación para separación en grano consumido y en extracto líquido;
- 10
- 15 donde la pala o palas rotativas giran a una velocidad periférica de al menos 10 m/s; la energía mecánica total transferida a la suspensión molida por una o más palas rotativas está en el intervalo de 5-1000 kJ por kg de grano de cereal seco; y la distancia entre una punta de dicha pala o palas rotativas y el eje de rotación está en el intervalo de 2-25 cm.
- 20 2. Método según la reivindicación 1, donde la desintegración de las partículas de grano bajo la acción de una o más palas rotativas no se produce por la presión de las partículas de grano entre una superficie de dicha pala o palas rotativas y otra superficie sólida.
- 25 3. Método según la reivindicación 1 o 2, donde la desintegración de las partículas de grano bajo la acción de la pala o palas rotativas produce una reducción del tamaño de partícula medio ponderado de masa del grano de cereal de al menos un factor 2, preferiblemente de al menos un factor 4.
- 30 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde antes de la desintegración bajo la acción de la pala o palas rotativas, las partículas de grano contenidas en el líquido tienen un tamaño de partícula medio ponderado de masa de 0,5 mm a 1 cm.
- 35 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde las partículas presentes en la suspensión molida tienen un diámetro medio ponderado de masa dentro del intervalo de 50-1000  $\mu\text{m}$ , preferiblemente en el intervalo de 100-800  $\mu\text{m}$ .
- 40 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el líquido y el grano de cereal se combinan para formar una suspensión que contiene 6-50 % en peso de sustancia seca.
- 45 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el líquido es un líquido acuoso.
- 50 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la pala o palas rotativas rotan a una velocidad periférica de al menos 15 m/s, más preferiblemente de al menos 20 m/s, más preferiblemente de al menos 50 m/s, más preferiblemente al menos 70 m/s.
- 55 9. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la distancia entre una punta de la pala o palas rotativas y el eje de rotación está comprendida entre 2,5-20 cm, preferiblemente entre 3-15 cm.
- 60 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la energía mecánica total transferida a la suspensión molida por una o más palas rotativas está en el intervalo de 8-500 kJ por kg de grano de cereal seco, más preferiblemente en el intervalo de 10-300 kJ/kg.
- 65 11. Método según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el grano de cereal se selecciona de cebada, sorgo, arroz, maíz, alforfón, centeno, mijo, versiones malteadas de estos granos de cereal y combinaciones de los mismos.
12. Sistema adecuado para preparar un extracto líquido de grano de cereal usando un método tal y como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1-11, que comprende al menos un aparato de molienda (1) y un dispositivo de separación (20), para separar el grano consumido del extracto líquido, conectado aguas abajo al aparato de molienda (1), donde el aparato de molienda (1) comprende una entrada de líquido (2) conectada a una cámara de molienda (3) para contener una suspensión molida, donde se recibe un rotor (7) en la cámara de molienda (3), el rotor (7) comprende una o más palas (30, 31) que se extienden desde el eje de rotación (14) del rotor, las palas (30, 31) se reciben en la cámara de molienda (3), donde una distancia (15) entre una punta (16) de dicha pala o palas (30, 31) y el eje de rotación (14) está en el rango de 2-25 cm, el rotor (7) está conectado a una unidad de accionamiento (6) para rotación, donde la unidad de accionamiento (6) está dispuesta para accionar una o más palas (30, 31) a una velocidad periférica de al menos 10 m/s.
13. Sistema según la reivindicación 12, donde el sistema comprende además un controlador (5) para controlar la unidad de accionamiento (6), donde el controlador (5) está dispuesto y construido para controlar la unidad de accionamiento (6)

## ES 2 402 710 T3

con el fin de transferir un total de energía mecánica a la suspensión molida mediante la pala o palas (30, 31) en el rango de 5-1000 kJ por kg de grano de cereal seco suspendido en el líquido.

- 5 14. Sistema según la reivindicación 12 o 13, donde la pala o palas (30, 31) comprenden dos o más alas (9, 10, 11) cuyos bordes delanteros definen trayectorias de corte (24) y donde dichas alas de pala están orientadas en ángulos compuestos con respecto al plano que se extiende perpendicular al eje de rotación (14) a través del centro de gravedad de las palas (30, 31) para proporcionar a la pala mezcladora trayectorias de corte compuestas (24).
- 10 15. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 12-14, donde el sistema comprende además un reactor (50) y donde el dispositivo de separación (20) es un filtro de mosto, un centrifugador, una cuba-filtro o una criba.
- 15 16. Sistema según la reivindicación 15, donde el aparato de molienda (1) comprende una secuencia de una o más unidades de molienda (106, 107, 108) y una unidad de separación (109, 110, 116) situada aguas abajo de una unidad de molienda (106, 107, 108) y aguas arriba del reactor (50), dicha unidad de separación es capaz de separar selectivamente las partículas gruesas de la suspensión molida, dichas partículas gruesas tienen un diámetro de al menos 0,5 mm, más preferiblemente de al menos 1 mm y de la forma más preferible de al menos 2 mm.
- 20 17. Sistema según la reivindicación 16, donde el sistema comprende un conducto de reciclaje (125) destinado a recircular partículas gruesas separadas desde la unidad de separación (109, 110, 116) hacia o aguas arriba de una o más unidades de molienda (106, 107, 108).
18. Sistema según la reivindicación 16 o 17, donde el sistema comprende una secuencia de dos o más, preferiblemente de tres o más unidades de molienda (106, 107, 108).

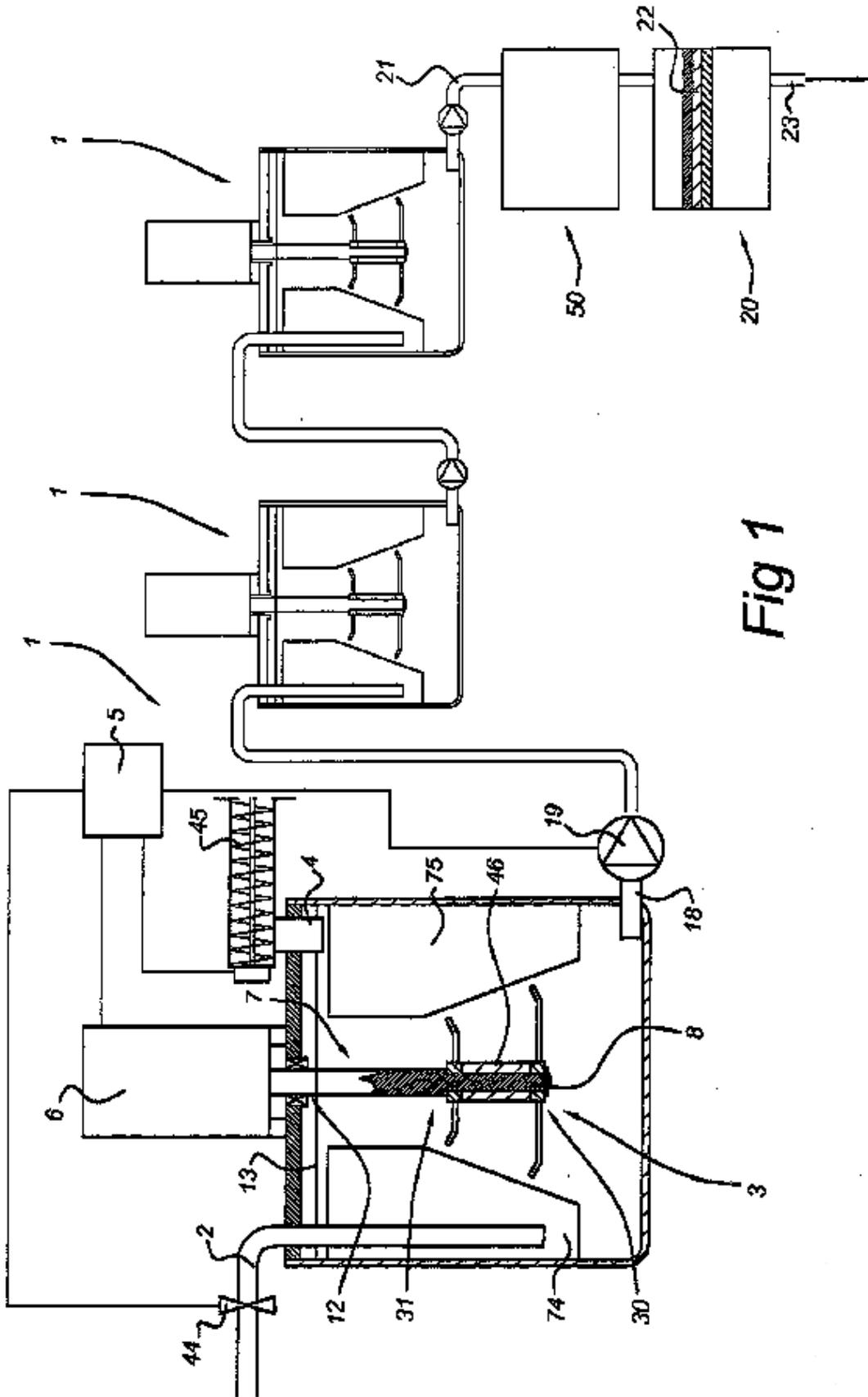


Fig 1

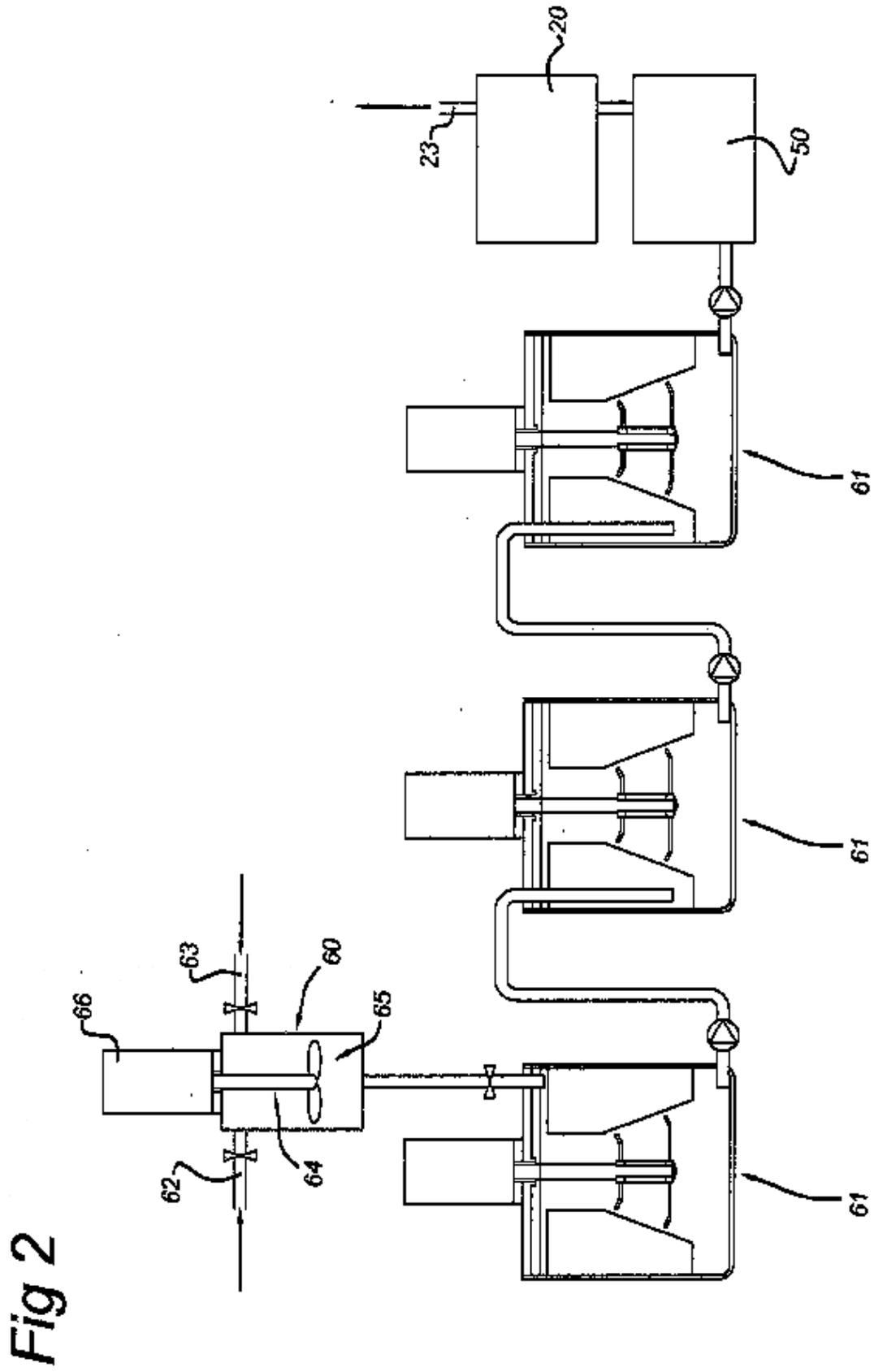


Fig 2

Fig 3a

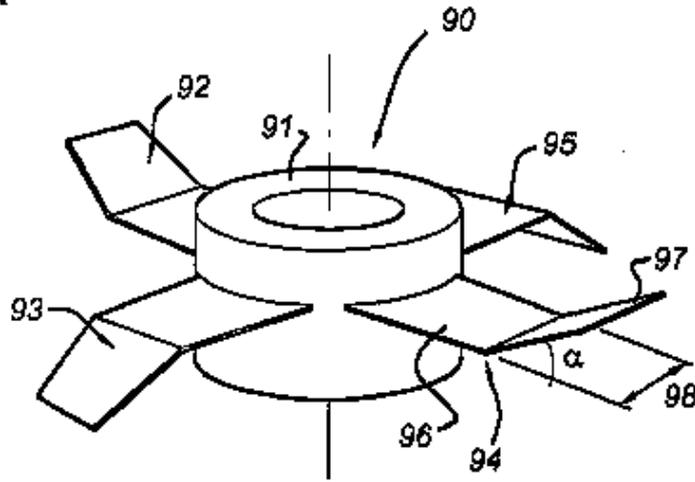


Fig 3b

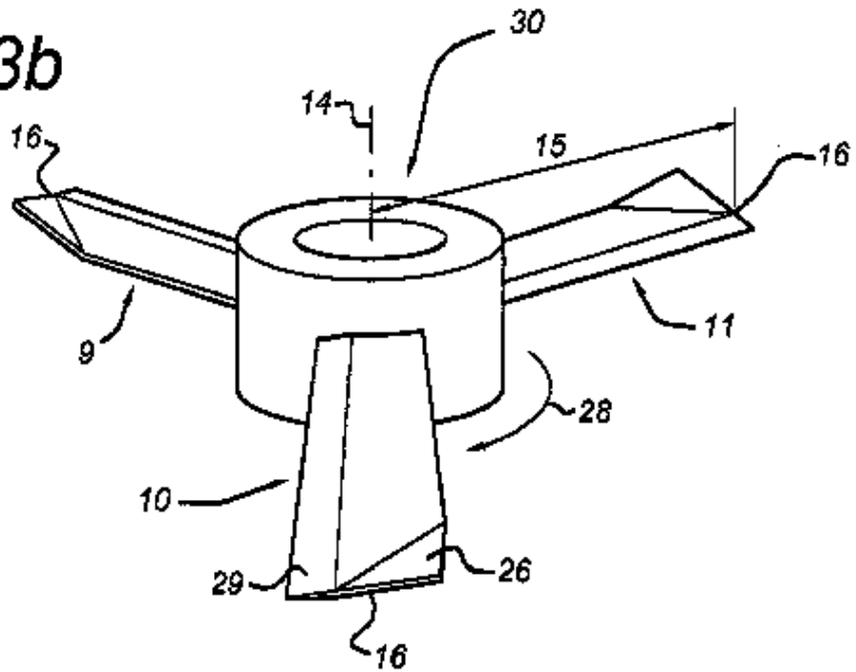


Fig 4

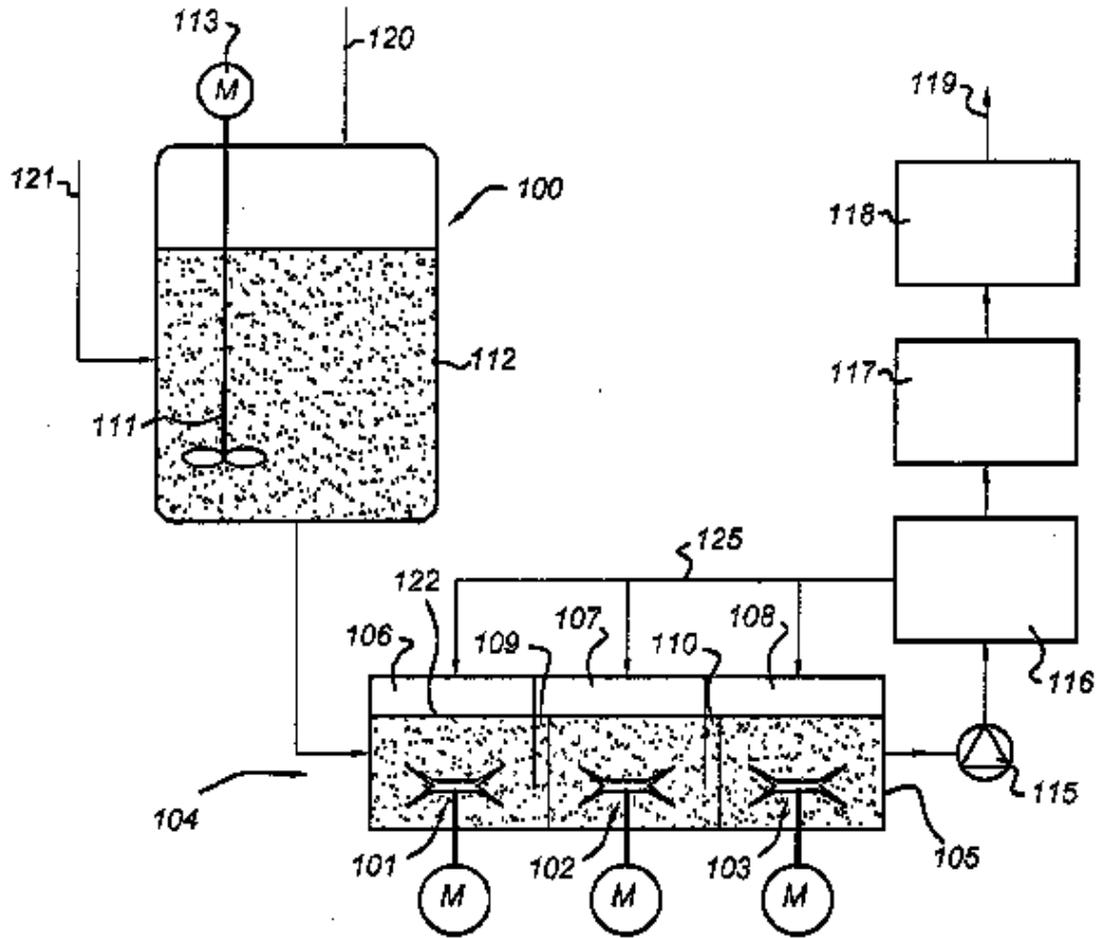


Fig 5

