

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 249**

51 Int. Cl.:

B02B 1/00 (2006.01)

B02B 1/04 (2006.01)

B02B 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2007 PCT/FR2007/050942**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.07.2017 WO07107665**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2007 E 07731758 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2001593**

54 Título: **Decorticación de granos de trigo usando ozono**

30 Prioridad:

20.03.2006 FR 0650952

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

18.04.2018

73 Titular/es:

**GREEN TECHNOLOGIES SARL (100.0%)
ZONE ARTISANALE LA MADELEINE, AVENUE
GENERAL PATTON
35400 SAINT MALO, FR**

72 Inventor/es:

**COSTE, CHRISTIAN;
DUBOIS, MICHEL y
PERNOT, ANNE-GAËLLE**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 664 249 T3

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

DESCRIPCIÓN

Decorticación de granos de trigo usando ozono.

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento para decorticar el grano de trigo, así como los productos obtenidos con dicho procedimiento, a saber, los granos de trigo decorticados y las películas separadas de la cáscara. Se refiere también a la instalación específica para la puesta en funcionamiento de este procedimiento.

La invención encuentra una aplicación particular en el área de la molienda industrial y de la molienda especializada. Se observará que la obtención de composiciones a partir de granos de trigo de modo finamente controlado, como lo permite la presente invención, es de gran interés en el área de la dietética. Composiciones de este tipo pueden encontrar también aplicación en las áreas de la cosmética, de la farmacia y de la química fina.

El trigo es una planta superior angiosperma, es decir, su semilla no está desnuda, y está cubierta por tegumentos. El embrión de trigo tiene sólo un cotiledón, y el trigo es por lo tanto una monocotiledónea. El trigo blando pertenece al género *Triticum* en la familia *Graminae*. Es un cereal cuyo grano es un fruto seco e indehiscente, denominado cariósipide, formado por un grano central y tegumentos externos.

El grano central consiste en un embrión y una albúmina amilácea a partir de la cual se produce la harina, mediante operaciones de molienda, de selección sucesivas, y de tamizado. A nivel tecnológico y para aplicaciones en la industria agroalimentaria, se hace una distinción entre dos especies principales: el trigo blando y el trigo duro. Es a partir del trigo blando que se producen las harinas destinadas principalmente a la fabricación de pan, y el trigo duro se usa para producir sémolas destinadas a la fabricación de pasta alimenticia.

Los tegumentos externos se componen de 6 tejidos dispuestos en capas sucesivas, es decir, del exterior hacia el interior del grano:

- la epidermis e hipodermis, que forman el pericarpio exterior;
- el mesocarpio y endocarpio, que forman el pericarpio interior;
- La testa y la banda hialina, que aseguran la unión con la capa de aleurona (la banda hialina es muy delgada o prácticamente ausente en el trigo duro).

Estos dos últimos tejidos están muy estrechamente unidos a la capa de aleurona, que forma parte del albumen amiláceo. Esta estrecha unión define una cariósipide.

Una sección transversal esquemática de un grano de trigo blando se muestra en la Figura 1.

La extracción de harina del grano de trigo, una operación denominada comúnmente "molienda", es una operación clásica del procedimiento de molinería. Es la estructura particular propia del grano de trigo que llevó a la adopción de este tipo de procedimiento.

En efecto, en comparación con otros cereales (maíz, arroz, por ejemplo), el grano de trigo tiene un surco que resulta de una invaginación de los tegumentos hacia el interior del grano, a lo largo de toda su longitud y del lado del germen. Lashaces que proveen nutrición al grano durante su desarrollo, se localizan en el fondo de este surco. Su presencia determina la manera en la cual se produce la separación del albumen y de las envolturas para extraer las harinas. La presencia de este surco central, hace efectivamente imposible la eliminación progresiva de los tegumentos por abrasión de las partes periféricas como en la molienda del arroz, por ejemplo. La extracción de harinas requiere la fragmentación previa de los granos, a continuación el aislamiento progresivo de las fracciones de albumen a partir de las zonas más interiores del grano, es decir, del centro hacia la periferia. Esta es la razón por la cual las primeras harinas obtenidas, derivadas del centro del grano, son las más puras.

El procedimiento de molienda clásica, por triturado, selección y tamizados sucesivos, permite separar las partes periféricas del albumen amiláceo, lo que da la harina. La separación entre las capas externas del albumen amiláceo y las capas internas de los tegumentos periféricos es una operación delicada, altamente dependiente de las especificidades de las variedades y que en cualquier caso, no es perfecta.

La harina de trigo blando se obtiene moliendo la parte central del grano, denominado "núcleo". La harina es por lo tanto el producto noble derivado del grano de trigo. Las partes periféricas del grano de trigo, separadas del núcleo durante la molienda, forman los subproductos. Entre estos subproductos, el "salvado", el residuo después de la molienda del trigo, representa aproximadamente el 10%. El salvado tiene la reputación de estar únicamente constituido por las partes periféricas externas, pero contiene siempre algunos gránulos de almidón del albumen. La otra fracción es una mezcla muy fina de partes periféricas y partes finas del núcleo, denominadas comúnmente "remoldeado". Esta fracción de molienda final es una combinación íntima de las partes finas periféricas y de las partes finas del albumen amiláceo.

Los molinos de sémola, que procesan el trigo duro, difieren esencialmente en la elección de sémola derivada de las primeras operaciones de triturado.

5 El grano esta principalmente constituido por almidón (aproximadamente 70%), proteínas (de 10 a 15%, dependiendo de las variedades y de las condiciones de cultivo), pentosanós (8 a 10%). lípidos (alrededor del 1.5%) y otros componentes cuantitativamente menores tales como lignina, celulosa, azúcares libres, minerales y vitaminas.

10 Estos constituyentes están distribuidos de forma desigual dentro de las diferentes fracciones histológicas del grano. El almidón se encuentra enteramente en la albúmina amilácea, el contenido en proteínas del germen y la capa de aleurona es particularmente alto, las materias minerales abundan en la capa de aleurona, y los pentosanós son las moléculas más importantes de las paredes celulares de esta última. La celulosa y la lignina representan casi el 50% de los constituyentes del pericarpio. Los lípidos se acercan o sobrepasan el 10% en el germen y en la capa de aleurona.

15 Las partes periféricas del grano son las más ricas en materias minerales (alrededor del 2.8%). A la inversa, el albumen amiláceo solo contiene alrededor del 0.5% de las mismas, e incluso menos en el núcleo del grano. Como consecuencia, el contenido de materias minerales de la harina se usa como criterio para su pureza, es decir, de su ausencia de contaminación en las partes periféricas del grano, basándose los tipos legales de harina en la mayoría de los países en este contenido. Las "curvas de cenizas" (véase la figura 2) son utilizadas por los molineros para controlar el ajuste adecuado de su molino.

Esto se aplica evidentemente para la obtención de las denominadas harinas blancas, cuyo valor nutricional está siendo puesto en duda cada vez más.

25 Las partes periféricas externas son conocidas por ser ricas en sales minerales, vitaminas y fibras solubles e insolubles. Para satisfacer las nuevas exigencias nutricionales, las harinas tendrían que contener un cierto porcentaje de estas partes externas del grano de trigo para proveer al cuerpo humano de las sales minerales, vitaminas y fibras necesarias para un equilibrio nutricional adecuado.

30 Se pueden distinguir dos áreas particulares en las partes periféricas externas del grano de trigo, las cuales se encuentran generalmente en el salvado:
- las partes más externas (pericarpio exterior e interior), las más ricas en fibra (lignina, celulosa, hemicelulosa); y
- las partes más internas, que comprenden la capa de aleurona, más rica en vitaminas, proteínas y pentosanós (o hemicelulosa).

35 Los procedimientos de molienda actualmente utilizados no permiten asegurar una diferenciación y una separación entre estas diferentes capas, lo que implica que si se desea obtener harinas más ricas en partes periféricas, hay que volver a introducir en estas harinas blancas una parte de salvado y/o de remoldeado sin ninguna distinción posible.

40 De lo anterior, puede entenderse el interés que tiene poder controlar la separación de las capas sucesivas del grano de trigo, para obtener harinas de composición (bio)química constante y modulable.

Es también de gran interés poder suministrar granos de trigo enteros no dañados, desprovistos de un número controlado de capas superiores. Existen actualmente en la industria agroalimentaria distintas aplicaciones o solicitudes de aplicaciones, para granos de trigo entero que no estén dañados, carentes de un número controlado de capas superiores (periféricas). Entre dichas aplicaciones, pueden mencionarse las siguientes:

45 - trigos pre-cocidos y que se pueden utilizar como verduras,
- trigos pre-cocidos que se pueden utilizar en mezclas o para la preparación de salsas específicas,
- trigos inflados para el desayuno,
- granos de trigo de adición para algunas preparaciones de panadería que contienen granos enteros,
50 - cualquier preparación culinaria industrial que contenga granos enteros,
- cualquier preparación láctea que contenga granos enteros o fracciones de granos enteros.

Las películas de grano de trigo encuentran también aplicación en el campo agroalimentario a la vista del interés que presentan las fibras para el tránsito intestinal, la estimulación inmunitaria y la protección ciertos tipos de cánceres.
55 Existe un interés obvio en poder preparar tales películas de una manera perfectamente reproducible.

Más allá del campo agroalimentario, los granos de trigo descascarados y las películas de composición completamente controlada, pueden encontrar aplicación en las áreas de la química fina, de la farmacia y de la cosmética, por ejemplo, para el recubrimiento de sustancias activas.

60 Estado de la técnica

En el marco de la presente invención, por "decorticación" se entiende un procedimiento por el cual las partes periféricas externas de los granos de trigo se obtienen en forma de finas tiras alargadas. Estas tiras están constituidas por un número limitado de capas celulares, lo que explica su escaso espesor así como su aspecto

translúcido. Como se explica a continuación, esta apariencia translúcida es amplificada por la acción del ozono de conformidad con la presente invención. Estas capas celulares corresponden histológicamente a la epidermis, hipodermis, mesocarpio y endocarpio.

5 Por "descascarillado", se entiende un procedimiento en el cual las partes periféricas externas de los granos se obtienen en forma de polvo, o de finos fragmentos de dichas partes periféricas, o de partículas muy finas de dichas partes periféricas.

10 Existe cierto número de solicitudes de patente que están relacionadas directa o indirectamente con el descascarillado del grano de trigo o de cereales.

La patente FR 1 523 539, por ejemplo, describe un dispositivo de descascarillado que comprende una humidificación adicional de los granos antes de la operación de descascarillado, seguida de la operación de descascarillado obtenida por la aplicación de una energía mecánica a unos rotores que aseguran el descascarillado y la abrasión parcial de los granos.

La patente EP 0 145 600 describe un dispositivo de descascarillado de granos duros y su aplicación al aislamiento de polisacáridos puros. Esta patente se aplica en particular a los granos de algarrobo, y describe un sistema de descascarillado que utiliza radiaciones infrarrojas en lugar de utilizar ácidos minerales, seguido de un tratamiento térmico.

La patente FR 2 606 670 describe un dispositivo de descascarillado por vía mecánica, con rotores múltiples, particularmente adaptados al descascarillado del lupino blanco dulce. El descascarillado se basa en una acción mecánica intensa aplicada a series de rodillos de diferente geometría.

25 La patente FR 2 607 027 describe un dispositivo de descascarillado que aplica energía mecánica usando un rotor que tiene disposiciones particulares de construcción. Este dispositivo se desarrolló en particular para el descascarillado del mijo y del sorgo.

30 La patente WO 88/05339 describe un dispositivo de descascarillado mediante aplicación de energía mecánica en un rotor con una forma especial, acoplado a un estator, también con una forma especial, estando dicho conjunto desarrollado para evitar el aplastamiento del grano observado en descascarilladoras de la técnica anterior.

35 La patente EP 0 820 814 describe un dispositivo de descascarillado mediante aplicación de energía mecánica a unos rodillos que están recubiertos con caucho para asegurar una fricción máxima cuando los granos pasan a través del espacio dispuesto entre los dos rodillos. Este espacio puede ajustarse según el grado de descascarillado que el usuario desea obtener.

40 La patente EP 0 427 504 describe una descascarilladora de granos y en particular una forma especial del rotor y del estator que participan en la acción mecánica de descascarillado. La patente GB 1 113 246 describe un procedimiento de descascarillado de granos de cereales que comprende una humidificación seguida de un tiempo de reposo comprendido entre 24 y 72 horas. Independientemente de las solicitudes de patentes mencionadas anteriormente, existen en el mercado hoy en día dos dispositivos industriales que pueden ser usados por un molinero que desee descascarillar los granos antes de su molienda.

45 Se trata de los siguientes dispositivos:
- El DC-Peeler® desarrollado por la sociedad Bühler y en particular dedicado al descascarillado del trigo (trigo duro o trigo blando),
- El Peritec® Wheat Debranning System (VCW) desarrollado por la sociedad SataKé, y dedicado al descascarillado de arroz, trigo y cebada, así como la extracción del germen de maíz.

50 Las modificaciones introducidas por estos dispositivos en una línea clásica de molienda, se entenderán mejor al comparar las Figuras 3 y 4.

55 La figura 3 muestra la representación de una línea de molienda convencional, desde el almacenamiento del trigo crudo hasta la obtención de la harina. Los componentes principales de este esquema son:

- Almacenamiento de trigo crudo en silos, humedad natural comprendida entre 12 y 14 %,
- Limpieza del trigo crudo,
- Fase de humidificación, destinada a llevar la humedad del trigo entre el 16 y el 17 % (adición de aproximadamente el 4% en peso de agua),
- Fase de reposo del trigo en silo, comprendida entre 24 y 48 horas,
- Molienda propiamente dicha, y la producción de harina.

65 La figura 4 muestra la representación de una línea de molienda convencional en la cual se ha introducido el dispositivo DC-Peeler® o Peritec®. Los componentes principales de este esquema son:

- Almacenamiento de trigo crudo en silo, humedad natural comprendida entre el 12 y el 14%,
- Limpieza del trigo crudo,
- Fase de humidificación, destinada a aumentar la humedad del trigo hasta entre el 16 y el 17% (adición de aproximadamente el 4% en peso de agua),
- Fase de reposo, por una duración de entre 24 a 48 horas,
- Fase de humidificación secundaria, anterior al descascarillado,
- Procedimiento de descascarillado,
- Molienda propiamente dicha y producción de harina.

10 Se observará que estos procedimientos implican una nueva humidificación de los granos antes de la introducción en la descascarilladora. Esta nueva etapa de humidificación complementa la primera humidificación clásica y se lleva a cabo inmediatamente después del tiempo de reposo.

15 El descascarillado se obtiene gracias a la aplicación de energía mecánica en un rotor acoplado a un estator, denominado "manto". El dispositivo Peritec® no realiza en realidad un descascarillado, sino más bien una abrasión de las partes periféricas del grano, en lo cual difiere del dispositivo DC-Peeler®. La abrasión se obtiene aplicando energía mecánica en los cilindros. El grano que va a ser abrasado, circula en el espacio dispuesto entre los dos cilindros. Este espacio es ajustable según el grado de abrasión deseado en un pase. Este dispositivo, secuencial, permite a través de una recirculación interna, que el grano a abrasar sea sometido a varios pases entre los cilindros, lo cual incrementa el grado de abrasión.

20 Se observará que los dos dispositivos comercializados actualmente, utilizan ambos una energía mecánica que asegura el descascarillado o la abrasión, así como una humidificación adicional previa.
En general, la energía eléctrica global utilizada por estas máquinas está comprendida entre 8.5 kW/tonelada de granos y 15 kW/tonelada de granos, dependiendo del flujo en masa de la máquina en función del tipo de grano a descascarillar así como del grado de descascarillado deseado.

Resumen de la invención

30 Sigue existiendo la necesidad en el área de la molinería de facilitar un procedimiento que permita una decorticación de los granos de trigo, que implique un gasto mínimo de energía, un número reducido de etapas, y por lo tanto una duración limitada. Existe también la necesidad de controlar la separación de las capas externas de los granos de trigo, para obtener harinas que tengan composiciones reproducibles, así como suministrar granos de trigo decorticados de manera controlada para ser usados en aplicaciones tales como granos de trigo pre-cocidos, cereales para el desayuno, etc. Independientemente de la utilización de granos de trigo decorticados y de películas de trigo en la industria agroalimentaria, las composiciones precisas de carbohidratos, proteínas, etc. en algunas fracciones de granos de trigo, permiten prever su aplicación en las áreas de la química fina, la cosmética y la farmacia.

40 Se ha descubierto ahora de forma sorprendente que los problemas mencionados anteriormente pueden resolverse en su conjunto al tratar los granos con un gas portador ozonizado. El tratamiento induce una decorticación homogénea de los granos, sin aplicar energía adicional, y sin que se tenga que recurrir a medios mecánicos para aplicar dicha energía adicional. En otras palabras, la decorticación homogénea obtenida es de origen fisicoquímico y no, como en la técnica anterior, de origen puramente mecánico.

45 Por lo tanto, según un primer aspecto, la presente invención se refiere a la utilización del ozono en la decorticación de granos de trigo. La presente invención se refiere en particular a un procedimiento de decorticación de los granos de trigo, que comprende las siguientes etapas:

- a) limpiar los granos de trigo crudos;
- b) humedecer los granos de trigo una vez limpiados;
- c) poner en contacto los granos de trigo con ozono, después o al mismo tiempo que su humidificación en la etapa b);
- d) separar las películas de los granos de la masa de granos, decorticados completa o parcialmente en la etapa c).

55 De conformidad con un segundo aspecto, la presente invención se refiere a productos que pueden obtenerse mediante el procedimiento de la invención, a saber, los granos de trigo decorticados, y las películas que se han separado de estos. La presente invención se refiere también a la utilización a su vez de granos de trigo decorticados y películas de granos de trigo en la química fina, así como en la farmacia y la cosmética, por ejemplo, para el recubrimiento de principios activos.

60 Según un tercer aspecto, la presente invención se refiere a una instalación específica para la puesta en funcionamiento de este procedimiento de decorticación. La instalación según la invención comprende en particular:

- a) medios (5) para limpiar dichos granos de trigo;
- b) medios para humedecer dichos granos de trigo;
- e) un reactor de ozonización (7) que permite la puesta en contacto de dichos granos de trigo con el ozono contenido en un gas portador y/o con agua ozonizada; y

d) un dispositivo (10) que permite la separación de las películas de los granos de trigo tratados con ozono.

El solicitante, en la solicitud de patente WO 01 /43556, ya ha descrito las características y los parámetros de funcionamiento de un procedimiento destinado a descontaminar granos antes de la molienda. En este documento, se describe que el tratamiento con un gas portador ozonizado, de los granos de trigo en un reactor cerrado, sellado, con recirculación interna bajo ligera presión de gas, lleva a una reducción de la carga microbiológica, a la eliminación de residuos de pesticidas y a la eliminación de mico-toxinas. En esta solicitud anterior, esencialmente destinada a la fabricación de harinas con alto grado de seguridad para alimentos, de ninguna manera se contempla la utilización del ozono para asegurar la decorticación de los granos.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 muestra una sección transversal esquemática de un grano de trigo blando (esquema provisto por INRA).

La figura 2 muestra un ejemplo típico de una "curva de cenizas".

La figura 3 ilustra una línea de molienda convencional, desde el almacenamiento de trigo crudo hasta la obtención de harina.

La figura 4 ilustra una línea de molienda convencional en la cual se ha introducido el dispositivo DC-Peeler® o Peritec®.

La figura 5 ilustra un procedimiento según la invención.

Las figuras 6 y 7 son fotografías de películas de trigo obtenidas de conformidad con la invención.

Las figuras 8 y 9 son fotografías de granos de trigo decorticados obtenidos según la invención.

La figura 10 es una vista de granos de trigo decorticados mediante el procedimiento de la invención, así como de las correspondientes películas, después de la separación.

La figura 11 es una ilustración esquemática de un ejemplo de realización actualmente preferido de una instalación que permite el tratamiento de los granos de trigo según la invención.

Descripción detallada de la invención

La figura 5 ilustra un procedimiento según la invención.

Los componentes principales de este esquema son:

- el almacenamiento de trigo crudo en silo, cuya humedad natural está generalmente comprendida entre el 12 y 14%,

- la limpieza del trigo crudo,

- la fase de humidificación, destinada a aumentar la humedad del trigo hasta una escala controlada (la humedad de los granos se mide por hidrometría o pesaje). Cuando se pretende moler los granos para preparar la harina, se elevará la humedad de los granos a un valor generalmente comprendido entre el 16 y el 17% en peso de agua con respecto al peso total de los granos humedecidos, mediante la adición de aproximadamente un 4% en peso de agua. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, cuando se contempla una aplicación en otras áreas (química fina, cosmética, farmacia), se puede utilizar cualquier contenido de agua en esta etapa, preferentemente entre el 13 % y el 35% en peso de agua con respecto al peso de los granos humedecidos. Respecto al pH de los granos tratados, éste no es particularmente limitado, pero será generalmente neutro, es decir comprendido entre 6.5 y 7.5, y de preferencia entre 6.9 y 7.1,

- un procedimiento de tratamiento de los granos con ozono, y

- la molienda propiamente dicha, y la producción de harina.

Tal como se ha especificado en los párrafos anteriores, la humidificación clásica del trigo puede realizarse directamente en el reactor del procedimiento de tratamiento con ozono, lo cual se materializa por la variante del esquema usando la conjunción "o". En esta configuración, los componentes principales del esquema son:

- el almacenamiento del trigo crudo en el silo, humedad natural comprendida entre el 12 % y el 14 %.

- la limpieza del trigo crudo,

- el procedimiento de tratamiento de los granos con ozono, con humidificación de los granos a un nivel predefinido, y

- la molienda propiamente dicha, y la producción de harina.

Se observará que en esta configuración, así como en la anterior, la decorticación se realiza durante el tratamiento de los granos con ozono. Las partes periféricas decorticadas se separan de los granos a la salida del procedimiento de tratamiento con ozono, antes del comienzo de la fase de molienda en aplicaciones de molinería.

Respecto a los medios usados para separar totalmente las películas que han quedado más o menos separadas de los granos de trigo durante el tratamiento de los granos con ozono, en particular cuando se vacía el reactor, existen varios dispositivos que pueden asegurar dicha separación.

Como regla general, cualquier dispositivo de separación que funcione según el principio de diferencia de masa o de diferencia de densidad, puede ser utilizado para separar los granos previamente tratados, de las películas separadas por efecto fisicoquímico (objeto de la invención).

Un primer dispositivo utilizable sería un dispositivo de tipo ciclón, que asegura la separación de los granos tratados y de las películas por efecto centrífugo generado por un flujo de aire. Dicho dispositivo se introduce en particular después de la tolva baja, que colecta los granos después del tratamiento. A la salida de esta tolva baja, los granos entran en general en una esclusa de dosificación, que asegura la transferencia de los granos hacia un circuito de transporte neumático. Es el flujo de aire global el que asegura el transporte neumático que genera el efecto centrífugo a nivel del ciclón. Los granos separados de sus películas al nivel del ciclón pueden así ser extraídos por el rechazo de dicho ciclón, mientras que las películas, movidas por el flujo de aire son extraídas del ciclón en la parte central superior. La mezcla de películas + flujo de aire de transporte es dirigida generalmente hacia un filtro que asegura la separación de las películas del flujo de aire, y que asegura correspondientemente la retención de polvo fino. En algunos casos, este filtro se puede duplicar con un segundo filtro de aire, que separa exclusivamente el polvo fino. En otros términos, el primer filtro asegura la separación de las películas del flujo de aire y el polvo fino, mientras que el segundo filtro libra el flujo de aire del conjunto de polvo fino.

Un segundo dispositivo utilizable sería un dispositivo con mesas-tamices vibratorias. El flujo de aire usado para transportar los granos, los lleva hacia la entrada de una mesa tamiz vibratoria movida por un rápido movimiento de vaivén horizontal, separando naturalmente dicha mesa tamiz vibratoria los granos del flujo de aire (esta operación puede ser realizada por varios tamices montados en serie). Los granos seleccionados y separados del flujo de aire, se recogen en la parte inferior de la mesa tamiz vibratoria, mientras que el flujo de aire usado para transportar los granos es dirigido hacia un filtro de polvo que asegura la retención de partículas de polvo y su separación del flujo de aire.

Un tercer dispositivo utilizable sería también un dispositivo de mesas tamices vibratorias a las cuales se aplica un flujo de aire perpendicular a las mesas que permite una clasificación densimétrica. Los granos se recogen a la salida de las mesas tamices vibratorias mientras que las películas son transportadas por el flujo de aire perpendicular y el flujo de aire motor, generalmente hacia un dispositivo de filtros separadores de varios niveles.

Según un ejemplo de realización particularmente preferido, a la salida del reactor que asegura el tratamiento con ozono de los granos de trigo según la invención, las películas se pueden extraer de la masa de los granos mediante su paso a través de un dispositivo clásico de separación conocido por el técnico en la materia y denominado comúnmente "aventadora". Este dispositivo asegura una selección y una clasificación densimétrica mediante la aplicación simultánea de una vibración horizontal generada por una bandeja-tamiz vibratoria, y la aplicación de un flujo de aire ascendente a través de la bandeja- tamiz vibratoria. La conjunción de estos dos sistemas reduce al mínimo el flujo de aire necesario para la clasificación densimétrica, y requiere por lo tanto mucho menos energía eléctrica para asegurar el flujo de aire. A la salida de este dispositivo, los granos separados de las películas se recogen en un conducto y se dirigen hacia la operación de molienda, mientras que las películas, separadas por el flujo se recogen y se dirigen hacia una unidad de almacenamiento.

En el marco del procedimiento de decorticación según la presente invención, la cantidad de ozono utilizada está preferentemente comprendida entre 0.5 y 20 expresada en gramos de ozono por kilogramo de granos. La duración de la puesta en contacto de los granos con el ozono está preferentemente comprendida entre 5 y 70 minutos, y más preferentemente entre 15 y 40 minutos. El ozono utilizado es producido preferentemente a partir de un gas portador seco y la concentración del ozono en el gas portador es preferentemente de entre 80 y 160 g/m³ TPN y más preferentemente de entre 100 y 120 g/m³ TPN. La presión del gas portador ozonizado en el momento de la puesta en contacto con los granos está preferentemente comprendida entre 200 y 800 mbar, preferentemente entre 200 y 700 mbar, y más preferentemente de 200 o 300 mbar a 600 mbar.

La temperatura en el reactor durante el tratamiento con ozono será generalmente una temperatura ambiente clásica, a menudo comprendida entre 20°C y 25°C al inicio de la reacción. Por la naturaleza exotérmica de la reacción con ozono, la temperatura puede elevarse para alcanzar de 30°C a 35°C o incluso 40°C al final de la reacción. La temperatura en el reactor durante la reacción será por lo tanto preferentemente de entre 20°C y 40°C, con una temperatura de partida comprendida preferentemente entre los 20°C y 25°C, y una temperatura de entre 30°C y 35°C al final de la reacción con el ozono.

Según la presente invención, el reactor que pone en contacto los granos de trigo con el ozono puede estar alimentado independientemente con ozono seco, ozono húmedo o agua ozonizada. En un ejemplo de realización ventajoso, en el marco del procedimiento de decorticación según la presente invención, el agua utilizada para humedecer los granos esta previamente tratada con ozono. Puede ser ventajoso combinar una aportación de ozono a los granos de trigo en forma de agua ozonizada, con una aportación gaseosa del reactor en el aire.

El ozono es producido a partir de un gas portador consistente, de forma ventajosa, en oxígeno puro almacenado en un contenedor. Alternativamente, el gas portador puede producirse a partir de aire ambiente, filtrado, comprimido y secado hasta un punto de rocío entre -50 y 70°C. Además, otra alternativa puede ser gas portador que consista en una mezcla de cualquier proporción de oxígeno puro y aire filtrado, comprimido y secado.

A diferencia de los procedimientos de decorticación conocidos en la técnica anterior, el procedimiento según la invención no requiere una fase de reposo después de la humidificación que sigue a la limpieza. El hecho de poder prescindir a la vez de una fase de reposo y de una nueva etapa de humidificación, además de las otras ventajas de la presente invención, representa una mayor eficacia en comparación con la técnica anterior.

En el marco de la presente invención, los granos son sometidos a una primera fase de limpieza, en particular destinada a separar las partículas más ligeras utilizando por ejemplo un ventilador. Esta etapa es necesaria para eliminar piedras, partículas de metal, polvo telúrico, etc. que contaminan el trigo crudo una vez cosechado.

En general, el reactor de contacto utilizado en el procedimiento de la invención puede ser vertical, y consistir en un cuerpo cilíndrico o cilíndrico-cónico con base cónica que comprende un dispositivo interno que asegura una circulación y un tiempo de estancia de los granos en el reactor de contacto suficiente para asegurar un tratamiento óptimo con ozono. La puesta en contacto de los granos con el ozono puede llevarse a cabo de manera continua o discontinua en el reactor. Preferentemente, el reactor permite una puesta en contacto vertical, y comprende un dispositivo de recirculación interna de los granos.

La tasa de recirculación interna de los granos (es decir, el número de pasadas de los granos en la zona de puesta en contacto con el ozono) es habitualmente del orden de 10 a 40, y preferentemente de 20 a 30. Puede asegurarse la recirculación interna mediante un dispositivo de tipo de tornillo de Arquímedes revestido, accionado por un dispositivo electromecánico que permite ajustar la velocidad de rotación del tornillo para asegurar con precisión la tasa de recirculación deseada, lo que depende también de la rosca y del diámetro del tornillo.

El reactor de contacto esta habitualmente provisto de un dispositivo de evacuación del gas reactivo después de la reacción, de un sistema de pulverización de agua ozonizada alimentado por una tubería, de un dispositivo de seguridad alimentado con agua a presión, de una válvula de seguridad y de un disco de ruptura.

En su parte inferior, el reactor de contacto comprende habitualmente un dispositivo de introducción y de distribución del gas ozonizado, diseñado de modo que asegure la distribución del gas en la masa de granos a una velocidad de inyección suficiente para asegurar una buena penetración de dicho gas en la masa que se va a tratar. En general, la velocidad de inyección es de entre 10 y 80 m.s⁻¹, preferentemente entre 30 y 50 m.s⁻¹.

Por otra parte, siendo la reacción de ozonización de tipo exotérmico, el cuerpo del reactor de contacto está provisto habitualmente de un dispositivo de enfriamiento que permite mantener una temperatura constante dentro de dicho reactor de contacto y en el entorno de la reacción, sin gradiente de temperatura vertical o radial durante el tiempo necesario para la reacción. Este enfriamiento eficiente del reactor de contacto favorece su utilización segura, y permite un control preciso de la reacción de ozonización. El dispositivo de enfriamiento puede ser por ejemplo, alimentado con agua fría a presión, o mediante un circuito de agua helada producida por una unidad refrigerante.

Los materiales constituyentes del cuerpo del reactor de contacto se seleccionarán para asegurar una resistencia a la abrasión y a la oxidación generada por la presencia de altas concentraciones de ozono. Dicho material puede ser, por ejemplo, un acero inoxidable, conocido por los expertos en la técnica.

Una realización ventajosa de puesta en funcionamiento de la presente invención, se refiere a instalaciones del tipo que comprenden:

- a) medios (5) de limpieza de dichos granos de trigo;
- b) medios de humidificación de dichos granos de trigo;
- c) un reactor de ozonización (7) que permite la puesta en contacto de dichos granos de trigo con el ozono contenido en un gas portador y/o con agua ozonizada; y
- d) un dispositivo (10) que permite la separación de las películas de los granos tratados con ozono, igualmente caracterizada porque el dispositivo de separación d) utiliza un flujo de aire para separar los granos de trigo de las películas en función de las diferencias de masa o de densidad, eligiéndose dicho dispositivo de separación dentro del grupo constituido por: un dispositivo de tipo ciclón, un dispositivo con mesas-tamices vibratorias, y un dispositivo con mesas -tamices vibratorias a las cuales se añade un flujo de aire perpendicular a las mesas- tamices vibratorias, y/o
- igualmente caracterizada porque los medios de humidificación b) comprenden una entrada para agua ozonizada (20) en el reactor de ozonización (7), comprendiendo también dicho reactor de ozonización una entrada (23) de ozono gaseoso contenido en un gas portador.

Según un ejemplo de realización actualmente preferido y a título de ejemplo no limitativo, un dispositivo global de decorticación de granos de trigo según la presente invención, que comprende medios de almacenamiento y de mezcla de trigo(s), y de molienda de granos de trigo decorticados para la producción de harina, se muestra en la figura 11. Las referencias en la figura 11 son las siguientes:

- Las referencias 1, 2 y 3 corresponden a los silos de almacenamiento de los granos de trigo crudos, que existen en sitios de molinería;

- La referencia 4 corresponde al sistema de mezclado de trigo que permite obtener una mezcla típica adecuada para obtener productos determinados a partir de diferentes variedades de trigo (almacenados en los silos 1, 2, 3).

- La referencia 5 se refiere a la limpieza de los granos de trigo antes del tratamiento con ozono. Esta limpieza corresponde a un procedimiento clásico de molinería y comprende en general varias etapas.

5 - La referencia 6 corresponde a una tolva destinada a alimentar el reactor; esta tolva puede estar equipada con dispositivos automáticos de pesado para determinar precisamente la cantidad de trigo introducida en el reactor de ozonización.

10 • La referencia 7 corresponde al reactor de ozonización propiamente dicho en el que los granos de trigo se ponen en contacto íntimo con el gas reactivo de ozono. Este reactor (referencia 7) incluye una entrada de agua de humidificación (referencia 20) así como una llegada de gas ozonizado (referencia 23).

• La referencia 8 corresponde a la tolva de retirada del reactor que recibe al trigo después del tratamiento. Esta tolva de retirada está provista en su parte inferior de un dispositivo de soporte y de dosificación comúnmente conocido como "esclusa de soporte" y que permite la introducción del trigo en el dispositivo de transporte neumático (referencia 21).

15 • La referencia 9 corresponde al amplificador de aire que permite la alimentación del dispositivo de transporte de grano. Se coloca un filtro (referencia 24) en la aspiración de este amplificador, para permitir la filtración previa del aire antes del amplificador.

20 • La referencia 10 corresponde al dispositivo de separación de las películas y de los granos de trigo. Este dispositivo de tipo de "máquina aventadora" está provisto de una entrada para el grano y el aire comprimido de transporte (referencia 21), de una salida de aire después de la separación (referencia 22), de un filtro separador (referencia 11), de una salida de las películas y de una salida de los granos hacia la tolva de recuperación de trigo (referencia 12). El dispositivo "máquina aventadora" permite la separación de los granos de trigo tratados, del conjunto de películas previamente separadas físicoquímicamente, su recuperación y la separación del aire motor de las dos fases anteriores.

25 • La referencia 11 corresponde a un filtro separador que permite la separación del polvo fino del aire motor. Este filtro (referencia 11) se alimenta por medio de un conducto (referencia 22) que asegura la conexión entre el dispositivo "máquina aventadora" y el filtro separador.

30 • La referencia 12 corresponde a una tolva de recogida del trigo que recibe las películas separadas por el dispositivo de "máquina aventadora". Esta tolva de retirada del trigo también permite la alimentación del dispositivo de molienda (referencia 14).

• La referencia 13 corresponde a un dispositivo de recepción y de almacenamiento de las películas tratadas, separadas de los granos de trigo por el dispositivo de "máquina aventadora". Este dispositivo de almacenamiento de las películas permite conservar esta materia a salvo de las contaminaciones exteriores.

35 • La referencia 14 corresponde a un dispositivo clásico de molienda que permite la obtención de las harinas a partir de los granos de trigo tratados.

• La referencia 15 corresponde al almacenamiento de oxígeno destinado a la fabricación del ozono. Es el gas portador el que permite la fabricación del ozono gaseoso.

• La referencia 16 corresponde al generador de ozono que fabrica el gas reactivo *in situ*.

40 • La referencia 17 es un dispositivo de válvulas que permite dirigir una parte del gas ozonizado hacia el reactor (referencia 7), a través del conducto (referencia 23).

• La referencia 18 corresponde a un dispositivo de preparación de agua ozonizada o de agua hiper-ozonizada para la humidificación de los granos.

45 • La referencia 19 corresponde a la bomba de recuperación que permite inyectar el agua necesaria para la humidificación de los granos, en el interior del reactor (referencia 7), con la ayuda del dispositivo de conducto (referencia 20).

• La referencia 20 corresponde al conducto que permite conectar la bomba de agua ozonizada (referencia 19) al reactor (referencia 7).

• La referencia 21 corresponde al conducto de transporte de los granos de trigo, las películas y el aire motor entre la tolva (referencia 8) y el dispositivo "máquina aventadora" (referencia 10).

50 • La referencia 22 corresponde al conducto de conexión que une el dispositivo de "máquina aventadora" (referencia 10) con el filtro separador (referencia 11), transportando dicho conducto el aire motor y el polvo fino en suspensión.

• La referencia 23 corresponde al conducto que transporta el gas de ozono entre el dispositivo de válvula (referencia 17) y el reactor (referencia 7).

55 • La referencia 24 corresponde a un filtro separador de polvo montado en la aspiración del amplificador de aire (referencia 9), amplificador que asegura el suministro del aire motor para el transporte del trigo y de las películas entre la tolva de retirada y el dispositivo de separación "máquina aventadora" (referencia 10).

Resultados: Comparación del procedimiento según la invención con los métodos del estado de la técnica

60 Simplificación del procedimiento y reducción del gasto energético.

La comparación de los procedimientos por una parte según la invención y por otra parte según el estado de la técnica (procedimientos DCPeeler® o Peritec® que actúan mediante la aplicación de una energía mecánica en los dispositivos que producen una fricción o una abrasión del grano) muestra la simplificación que conlleva el procedimiento según la invención que trata el trigo, lo descontamina y lo decortica en una sola operación y elimina

por otro lado los silos necesarios para garantizar el tiempo de reposo después de la humidificación, tiempo de reposo comprendido entre las 24 y las 48 horas. La misma comparación muestra la complejidad de la línea clásica, cuando queremos decorticar, ya que esta operación requiere la adición de una humidificación adicional. En la presente invención no solo no es necesaria la fase de reposo después de la humidificación de los granos y previo a la decorticación, que se efectúa mediante ozono, sino que es preferible no prever ninguna fase de reposo a este nivel. Se obtiene entonces un ahorro en tiempo y una utilización más eficaz del material de tratamiento de los granos con una velocidad de producción más alta en relación con los procedimientos conocidos.

Si se considera el tiempo de procedimiento a partir del principio de la etapa de humidificación hasta el principio de la fase de molienda, una línea clásica tal como se muestra en la Figura 3 implica normalmente una duración de aproximadamente 10 minutos para la fase de humidificación y de 24 a 48 horas para la fase de reposo. Las dos etapas que se sitúan entre la limpieza previa y la molienda necesitan entonces aproximadamente de 1 día (+ el tiempo de humidificación) a dos días (+ el tiempo de humidificación). Hay que resaltar que se trata en la práctica de procedimientos continuos, y estos tiempos representan los tiempos de transferencia para una masa determinada (por ejemplo, una tonelada) de trigo a tratar. En el caso de una línea clásica de molienda en la cual se ha introducido el dispositivo DCPeeler® o Peritec®, como aparece en la Figura 4, el tiempo total desde el principio de la humidificación hasta el principio de la molienda es al menos ligeramente superior a 1 día y como máximo ligeramente superior a 2 días. En efecto, aunque las etapas de humidificación y de decorticación sean relativamente rápidas (del orden de 10 minutos), la fase de reposo obligatoria hace que el procedimiento global sea relativamente consumidor de tiempo. Sin embargo, según el procedimiento de la invención, la duración de las etapas entre el final de la limpieza y el principio de la molienda, o sea la humidificación y la decorticación, que se pueden realizar a la vez, será generalmente inferior a 75 minutos. La supresión de la fase de reposo influye pues considerablemente en la duración total del procedimiento y la optimización de la utilización del reactor.

La introducción en una línea clásica de molienda de un procedimiento de decorticación, de tipo DCPeeler® o Peritec®, conlleva un consumo de energía adicional de 8,5 a 15 KW / tonelada de trigo decortinado así como un consumo de potencia adicional de 0,8 a 1,3 kW / tonelada para asegurar la separación de los fragmentos exteriores retirados de la masa de grano. En general, la introducción de estos dispositivos en una línea clásica de molienda conlleva un consumo de energía adicional comprendido entre 9,3 y 16,3 kW / tonelada.

Al seguir el estricto concepto de decorticación, la introducción del procedimiento según la invención en una línea clásica de molienda implica un consumo suplementario de potencia comprendido entre 0,4 y 0,9 KW / tonelada, exclusivamente para la separación de las películas de los granos de trigo. Teniendo en cuenta la producción de ozono, se ha estimado que el procedimiento según la invención requiere generalmente un consumo total de 6.4 a 6.9 kW / tonelada de granos para un tratamiento correspondiente a un kg de ozono por tonelada de granos.

Características de las películas obtenidas según la invención

En el marco de la presente invención, las películas de los granos de trigo extraídas después del tratamiento con ozono están blanqueadas y son translúcidas. Debido a su alto nivel de descontaminación, son perfectamente reutilizables, ya sea para su re-introducción en preparaciones de tipo mixto o de harinas, o llegado el caso, en alimentos para animales.

A continuación la Tabla 1 muestra unas comparaciones de las características físicas de las películas o de los fragmentos externos del grano, obtenidos por diversos procedimientos, teniendo en cuenta que el contenido en agua se ajusta de forma que permita una posterior molienda para la producción de harina para aplicaciones en el campo de la molinería. En una configuración distinta del procedimiento según la invención se pueden considerar diferentes contenidos de agua para la preparación de granos de trigo y de películas utilizadas para otras funciones.

Tabla 1: Comparación de las características físicas de las películas o fragmentos externos obtenidos por los diferentes procedimientos.

	Longitud (µm)	Contenido en H ₂ O (%)	Color	Capas
DCPeeler®	1000 - 3000	25	rojizo	Hasta la testa
Peritec®	≤100	25	rojizo	Dependiendo del número de pasadas
Según la presente invención	1000 - 5000	18	blanco	Hasta la testa

Al comparar (primera columna de la tabla) la longitud de las películas o fragmentos externos expresada en μm , se ve que los fragmentos externos que provienen del procedimiento DCPeeler® tienen una longitud comprendida entre 1.000 y 3.000 μm , lo que demuestra una aplicación de energía mecánica unida a un fenómeno de fricción.

- 5 El procedimiento Peritec® genera por su parte fragmentos externos, cuya longitud es menor o igual a 100 μm , lo que demuestra una aplicación de energía mecánica unida a un fenómeno de abrasión.

10 El procedimiento según la invención genera películas cuya longitud está comprendida entre 1.000 y 5.000 μm , estando dicha mayor longitud de las películas relacionada con el hecho de que dichas películas se separan por efecto físico-químico y mantienen, de este modo, una integridad dimensional.

15 Al comparar (segunda columna de la tabla) el contenido en agua de las películas o fragmentos externos, es obvio que el procedimiento DCPeeler® y Peritec® generan fragmentos externos mucho más hidratados que el método de tratamiento con ozono según la invención.

20 Esto se explica por el hecho, ya analizado, de que el procedimiento DCPeeler® y el procedimiento Peritec® requieren una hidratación adicional justo antes del procedimiento de decorticación. El procedimiento de tratamiento con ozono según la invención, por otra parte, no requiere humidificación complementaria, previa al tratamiento del grano; la humedad residual de las películas es la que existe en el momento del tratamiento. Así, en una realización preferida de la invención, ésta se refiere a películas de granos de trigo que tienen un contenido en agua con respecto a la masa de películas humedecidas del 15 y 20%, preferentemente entre el 16 y 20%, y más preferentemente entre el 17 y 19%.

25 Al comparar (tercera columna de la tabla) el color de las películas o los fragmentos externos, se ve que el procedimiento DCPeeler® genera fragmentos externos de color rojizo, que el procedimiento Peritec® también genera fragmentos externos de color rojizo y, sin embargo, el procedimiento de tratamiento con ozono de acuerdo con la invención genera unas películas de color blanco. De hecho, el ozono tiene la propiedad de blanquear las estructuras lignocelulósicas, lo que es típicamente el caso de las partes periféricas de los granos de trigo.

30 Las películas obtenidas por el procedimiento según la invención también presentan una característica física particular, la de tener un aspecto translúcido, lo que demuestra el poco espesor de la película retirada, a diferencia con los otros dos métodos de origen mecánico, que arrancan o abrasan mecánicamente los granos de trigo.

35 Esta característica particular está perfectamente materializada por las fotos de las Figuras 6 y 7.

40 El grano de trigo decortinado después del tratamiento con ozono todavía contiene tres capas histológicas periféricas; se trata de la testa, la banda hialina y la capa de aleurona. Estas tres capas están ligeramente modificadas por la aplicación del procedimiento según la invención. Estas modificaciones se refieren en particular a la transformación de una parte de las fibras insolubles en fibras solubles. Estas modificaciones se consideran en general como una mejora significativa en términos nutricionales. Cuantitativamente, podemos considerar que alrededor del 5% de las fibras insolubles se transforman en fibras solubles. Paralelamente, las fibras solubles pasan de aproximadamente el 5% (porcentaje inicial) al 10% de las fibras totales (porcentaje después del tratamiento), lo que presenta una ventaja importante para los aspectos nutricionales y de salud (tránsito intestinal, estimulación inmunitaria, protección contra ciertos tipos de cánceres...). La tabla siguiente muestra esta modificación del contenido en fibras en las películas y en el salvado, en comparación con un salvado obtenido de manera clásica sin un tratamiento previo.

Tabla 2 - Análisis de las películas y partes periféricas obtenidas después del tratamiento con ozono según la invención

Contenido (en g. en 100 g. de película o de salvado)	Películas según la invención		Salvado según la invención		Salvado obtenido de manera clásica	
Fibras solubles	10,6	18,09%	4,38	10,61%	2,4	5,88%
Fibras insolubles	48	81,91%	36,88	89,39%	38,4	94,12%
Fibras totales	58,6	100,0%	41,25	100,00%	40,8	100,0%
Lignina	23,2	45,05%	10,41	23,91%	10,9	25,29%
Celulosa	21,7	42,14%	9,53	21,87%	10,5	24,36%
Hemicelulosa	6,6	12,82%	23,62	54,23%	21,7	50,25%
Paredes vegetales insolubles	51,5	100,00%	43,56	100,0%	43,1	100,00%

La presente invención también se refiere a la producción de películas finas comercializables y que tienen características bioquímicas particulares (ver tabla anterior). Las partículas obtenidas por decorticación no podrán comercializarse como tales, dada la concentración de contaminantes indeseables. A la inversa, las películas obtenidas según el procedimiento desarrollado por el solicitante constituyen un producto original, que se puede utilizar tal cual, ofreciendo nuevas características nutricionales, que el mercado reclama. En particular, estas películas presentan una tasa de fibras alimentarias sin igual, blanqueadas, poco espesas, translúcidas, y que pueden ser adecuadas para múltiples operaciones de transformación.

Características de los granos de trigo decorticados obtenidos según la invención.

Como se muestra en la cuarta columna de la Tabla 1 anterior, el procedimiento DCPeeler® avanza y llega a la capa llamada testa, mientras que el procedimiento Peritec® puede ir más allá, dependiendo estrechamente la abrasión del grano de trigo del número de pasadas de los granos de trigo entre los rodillos que practican la abrasión. El procedimiento del tratamiento de ozono según la invención, sin la necesidad de ajustes mecánicos o de múltiples pasadas, llega de forma natural a la capa llamada testa.

El examen relativo al aumento de un grano de trigo tratado por el procedimiento de tratamiento con ozono según la invención, en comparación con un grano sin tratar, muestra que (ver las figuras 8 y 9) el grano tratado por el procedimiento según la invención (grano de la derecha) tiene una superficie lisa, brillante, sin rugosidades, en el cual el cepillo (que se encuentra en el extremo inferior del grano) ha desaparecido completamente. El germen del grano de trigo, que se encuentra en el extremo superior del grano, también se ha limpiado y se ha deshecho de la parte de la envoltura que lo protege de forma natural.

El grano no tratado (a la izquierda en la foto) muestra una superficie rugosa, fruncida, con el cepillo en la parte inferior, y en la parte superior, la vaina de protección del germen.

La comparación entre las dos fotos demuestra claramente los efectos de la decorticación obtenidos por el procedimiento según la invención.

Cuando se utiliza la energía mecánica para friccionar o abrasar granos de trigo, su superficie es obligatoriamente menos lisa, no es brillante, tiene muchas asperezas fruto del desgarramiento de las partes periféricas del grano. En general, la superficie de un grano de trigo tratado con el procedimiento DCPeeler® o el procedimiento Peritec® es mucho menos lisa que la de un grano de trigo sin tratar (estado bruto).

El procedimiento DCPeeler® o el procedimiento Peritec® degrada más o menos la calidad de la superficie de los granos de trigo. Esto es una consecuencia directa de la aplicación de la energía mecánica en forma de abrasión o fricción.

La Figura 9 tomada del lado del surco, también muestra el estado de la superficie de un grano de trigo en bruto (grano de la izquierda) en comparación con un grano de trigo tratado por el procedimiento de tratamiento con ozono según la invención (grano de la derecha).

Las mismas observaciones que las anteriores se aplican a esta foto en cuanto a la calidad de la superficie, el brillo, la ausencia del cepillo y de la vaina de protección del germen.

También se observa que la película incluida en la invaginación del surco está parcialmente desprendida, lo que facilitará su separación total en el momento de la molienda.

Si quisiéramos separar totalmente del surco la película que lo protege, mediante un procedimiento mecánico, es evidente que la abrasión del grano conllevaría un detrimento de la conservación de las partes periféricas del grano.

Es evidente, a la vista de las fotos anteriores que la calidad de la superficie del grano de trigo decorticado por el procedimiento según la presente invención permite cualquier utilización directa de este grano, sin necesariamente pasar por una fase de molienda (grano de trigo precocinado, cereales para el desayuno...). La Figura 10 proporciona una vista de los granos de trigo decorticados por el procedimiento según la invención así como de las películas correspondientes, después de la separación. Se puede observar el brillo de los granos de trigo, así como el tamaño y el aspecto translúcido y blanco de las películas.

Los granos de trigo decorticados tienen unas características específicas que abren nuevas posibilidades. Por ejemplo, se pueden obtener granos cuya parte periférica ha sido modificada (véase la Tabla 2), conteniendo el salvado más fibras solubles, lo que es más interesante nutricionalmente. Otro ejemplo es la posibilidad de modificación ligera, pero sin embargo significativa, del contenido de azúcares libres, lo que mejora el sabor (véase la Tabla 3 a continuación).

Tabla 3 - modificación de las tasas de azúcares libres del grano de trigo después del tratamiento.

Cantidades de azúcares en mg por 100 g de trigo	Trigo crudo sin tratamiento	Trigo tratado según la invención (condiciones óptimas)
Glucosa	91,40	278,40
Fructosa	55,00	130,40
Sacarosa	954,60	803,00
Rafinosa	208,70	220,20
Estaquiosa	160,00	135,50
Maltosa	218,70	2120,20
TOTAL	1688,40	3687,70

El grano decortinado contiene por lo tanto una mayor proporción de maltosa, un azúcar natural muy interesante por sus aspectos energéticos y nutricionales. En el marco de esta invención, la aparición de maltosa puede ser de hasta el 2% del valor en peso del almidón del grano. La cantidad relativa de otros azúcares no se modifica o se modifica poco. Así, según un ejemplo ventajoso de realización de la presente invención, ésta se refiere a los granos de trigo decortinados que contienen al menos el 0,5%, preferentemente al menos el 1% y más preferentemente al menos el 1,5% en peso de maltosa respecto a la masa de los granos decortinados.

Ejemplo(s) de realización

A título de ejemplo la solicitante proporciona los siguientes resultados obtenidos en el trigo blando, así como en el trigo duro.

Ejemplo 1

En un reactor de recirculación interna, se introduce una masa de 8,28 kg de trigo blando destinado a la producción de harina para panificación. Se trata de una mezcla que consiste esencialmente de las variedades Apache y Caphorn, habiéndose realizado la mezcla por el molino harinero Paulic en St.Gerard (22). Estos 8,28 kg de trigo blando se sometieron a un tratamiento con ozono en las siguientes condiciones:

La concentración de ozono en su gas portador era de 88 g / m³ TPN.

La tasa de tratamiento en ozono de los granos de trigo era de 5 g de O₃ por kg de trigo seco. Los 41,4 g de ozono introducido (por 8,28 kg de trigo) se han introducido completamente en forma de ozono contenido en el gas portador.

La tasa de humedad natural del trigo era del 13%.

La tasa de agua añadida en el interior del reactor fue del 4% en masa.

La tasa de humedad total del trigo al principio del tratamiento era del 17%.

La duración del tratamiento fue de 30 minutos.

Al final de este tratamiento, se drenó el reactor y se separaron las películas de la masa de granos tratados mediante paso a través de una máquina aventadora con adición de un flujo de aire.

Bajo estas condiciones de funcionamiento, se obtuvieron los siguientes resultados:

Peso de los granos antes de la decorticación: 8,28 kg

Peso de las películas: 0,20 kg

% de películas: 2,42 %

Peso de los granos después de la decorticación 8,08 kg

Ejemplo 2

En un reactor de recirculación interna, se introduce una masa de 10 kg de trigo duro para la producción de pasta alimentaria. Se trata de una mezcla proporcionada por la cooperativa Agralis y destinada a la producción de sémola. Estos 10 kg de trigo duro se sometieron a un tratamiento con ozono en las siguientes condiciones:

La concentración de ozono en el gas portador era de 89 g / m³ TPN.

La tasa de tratamiento en ozono de los granos de trigo ha sido de 5 g de O₃ por kg de trigo seco. Los 50 g de ozono introducido (por 10 kg de trigo) se han introducido completamente en forma de ozono contenido en el gas portador.

La tasa de humedad natural del trigo fue del 12,41%.

El porcentaje de agua añadida en el interior del reactor fue del 5,5% en masa.

La tasa de humedad total del trigo al principio del tratamiento era del 17%.

La duración del tratamiento fue de 30 minutos.

Al final de este tratamiento, se drenó el reactor y se separaron las películas de la masa de grano tratado mediante el paso a través de una máquina aventadora con adición de un flujo de aire.

Bajo estas condiciones de funcionamiento, se obtuvieron los siguientes resultados:

Peso de los granos antes de la decorticación: 10 kg

Peso de las películas: 0,29 kg

% de las películas: 2,9 %

5 Peso de los granos después de la decorticación: 9,71 kg

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de decorticación de granos de trigo que comprende las siguientes etapas:
 - a) Limpieza de los granos de trigo crudo;
 - b) Humidificación de los granos de trigo una vez limpios;
 - c) Puesta en contacto de los granos de trigo con ozono, después de su humidificación en la etapa (b) o de forma simultánea con ésta;
 - d) Separación de las películas de los granos de la masa de granos parcial o totalmente decorticados en la etapa (c), extrayéndose dichas películas, separadas en el momento del tratamiento con ozono, de la masa de los granos por medio de un flujo de aire que permite una clasificación densimétrica, efectuándose la separación densimétrica de los granos mediante aplicación simultánea de una vibración horizontal generada con la ayuda de una bandeja-tamiz vibratoria y de un flujo de aire ascendente a través de dicha bandeja-tamiz vibratoria.
2. Procedimiento según la reivindicación 1 en el que la cantidad de ozono utilizada está comprendida entre 0,5 y 20 expresada en gramos de ozono por kilo de granos.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la duración de la puesta en contacto de los granos con el ozono está comprendida entre 5 y 70 min y preferentemente entre 15 y 40 min.
4. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el ozono utilizado se produce a partir de un gas portador seco y **porque** la concentración de ozono en el gas portador está comprendida entre 80 y 160 g / m³ TPN, y preferentemente entre 100 y 120 g / m³ TPN.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** la presión del gas portador ozonizado cuando se pone en contacto con los granos está comprendida entre 200 y 500 mbar.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el agua utilizada para humedecer los granos se trata previamente con ozono.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la puesta en contacto de los granos con el ozono se lleva a cabo de manera continua o de manera discontinua en un reactor de puesta en contacto vertical que comprende un dispositivo de recirculación interna de los granos.
8. Instalación para la puesta en funcionamiento del procedimiento de decorticación de los granos de trigo según una de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende:
 - a) medios (5) para la limpieza de dichos granos de trigo;
 - b) medios de humidificación de dichos granos de trigo;
 - c) un generador de ozono (16);
 - d) un reactor de ozonización (7) unido al generador de ozono (16) para poner en contacto dichos granos de trigo con ozono producido por el generador de ozono (16), conteniendo el ozono producido, un gas portador y / o agua ozonizada; y
 - e) un dispositivo (10) para la separación de las películas de los granos de trigo tratados con ozono, utilizando dicho dispositivo de separación (10) un flujo de aire para separar los granos de trigo de las películas en función de diferencias de masa o de densidad y siendo dicho dispositivo de separación un dispositivo con mesas-tamiz vibratorias a las cuales se añade un flujo de aire perpendicular a las mesas-tamiz vibratorias.
9. Instalación según la reivindicación 8 **caracterizada porque** los medios de humidificación b) comprenden una entrada para el agua ozonizada (20) en el reactor de ozonización (7), comprendiendo también dicho reactor de ozonización (7) una entrada (23) de ozono gaseoso contenido en un gas portador.

Sección esquemática de un grano de trigo

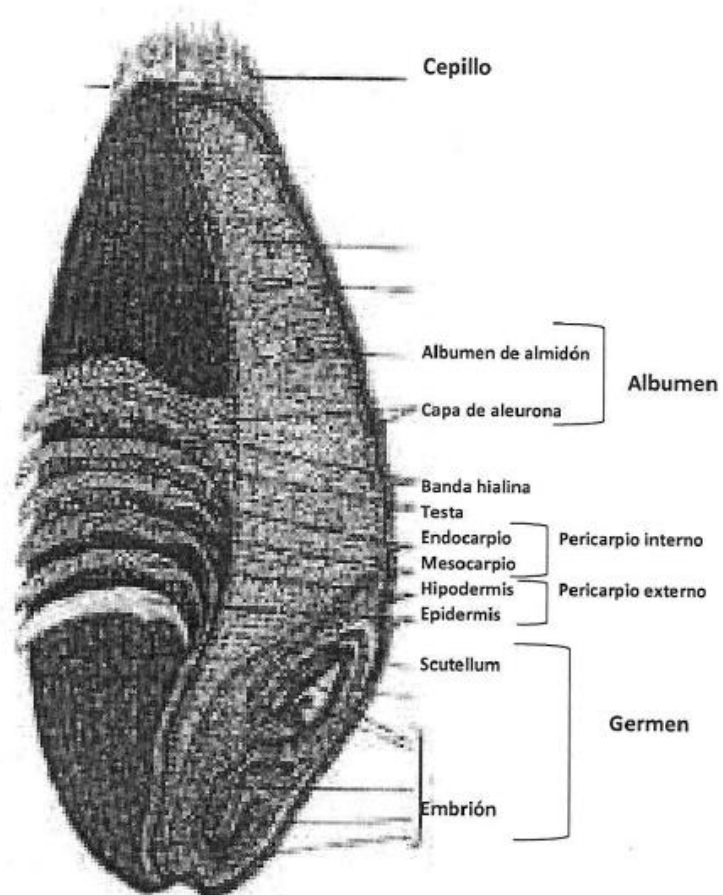


FIG.1

Ejemplo típico de curva de tasa de cenizas en molinos

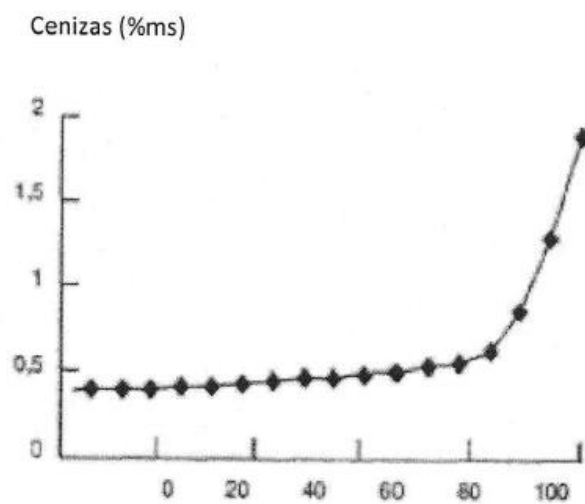


FIG.2

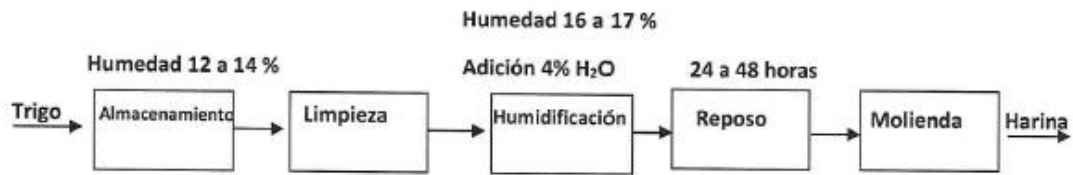


FIG. 3

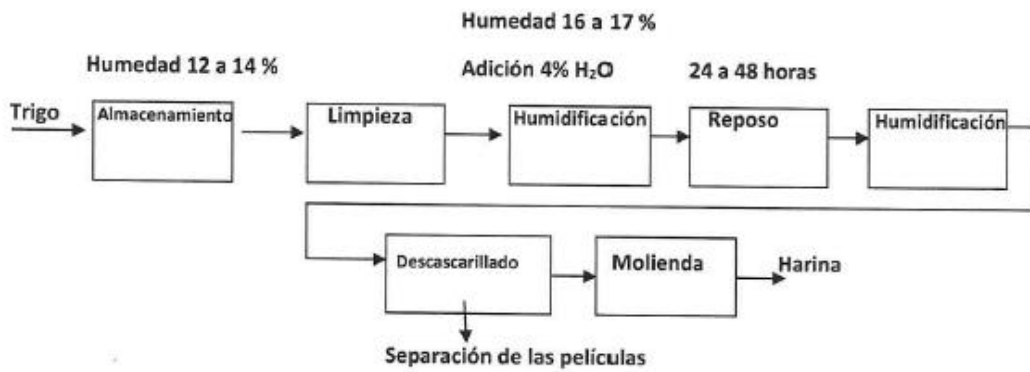


FIG. 4

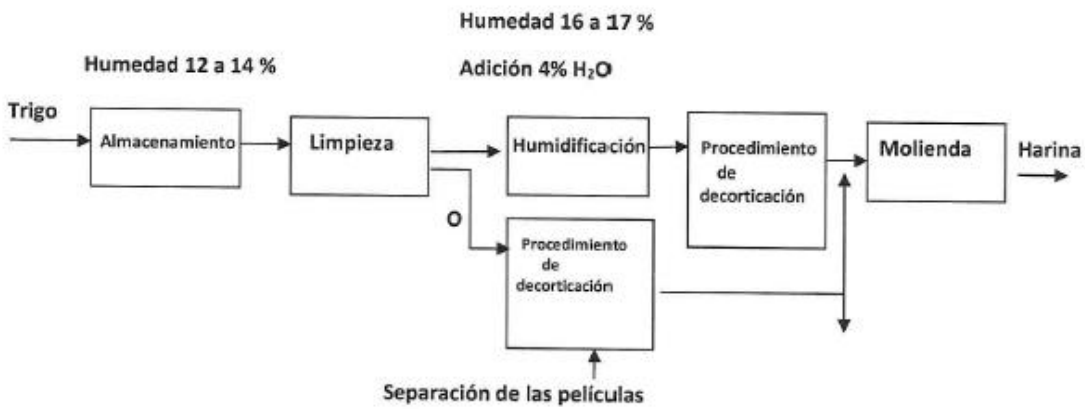
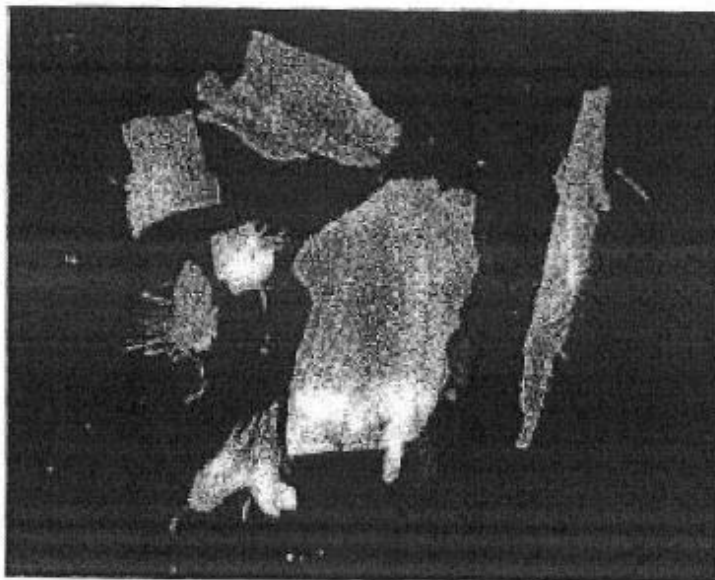
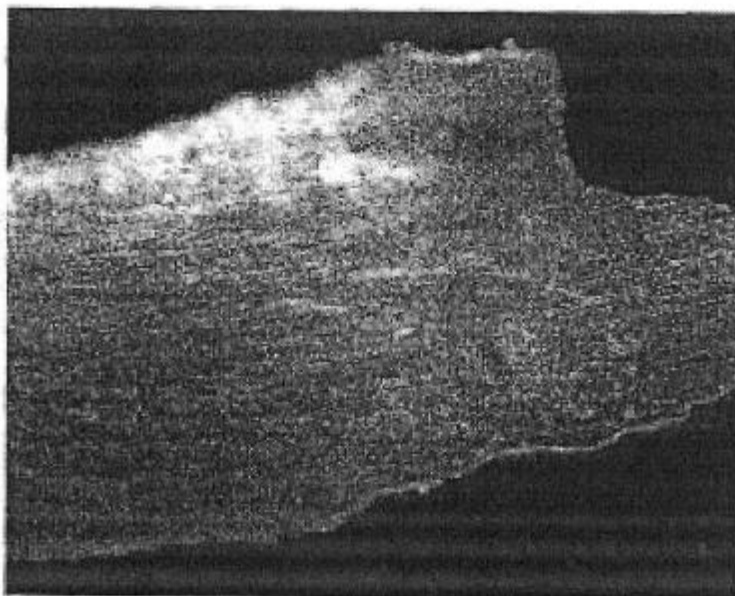


FIG. 5



Conjunto de películas obtenidas a partir del procedimiento según la invención

FIG. 6



Vista de una película obtenida a partir del procedimiento según la invención

FIG.7



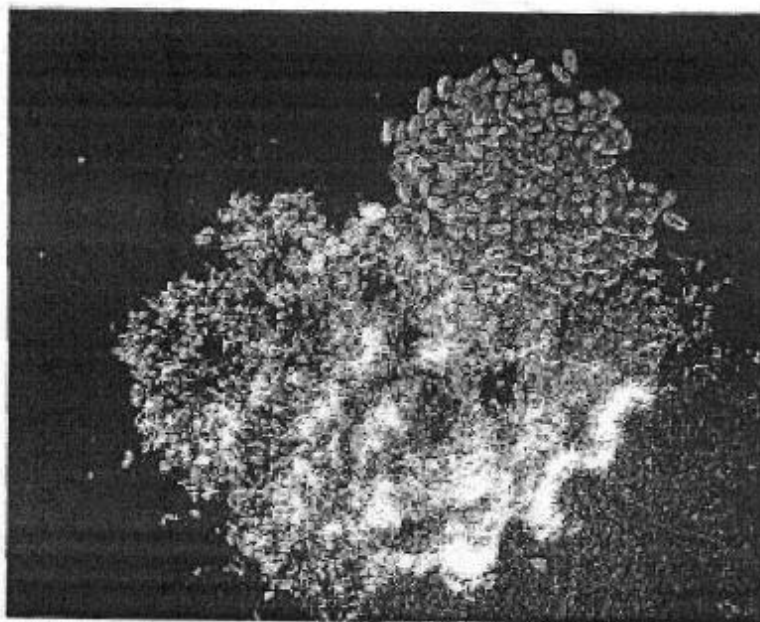
Comparación del estado de la superficie de un grano de trigo crudo y de un grano de trigo tratado con el procedimiento según la invención

FIG.8



Comparación del estado de la superficie de un grano de trigo crudo y de un grano de trigo tratado con el procedimiento según la invención, del lado del surco.

FIG.9



Granos de trigo decorticados y tratados con el procedimiento según la invención y películas correspondientes después de la separación.

FIG.10

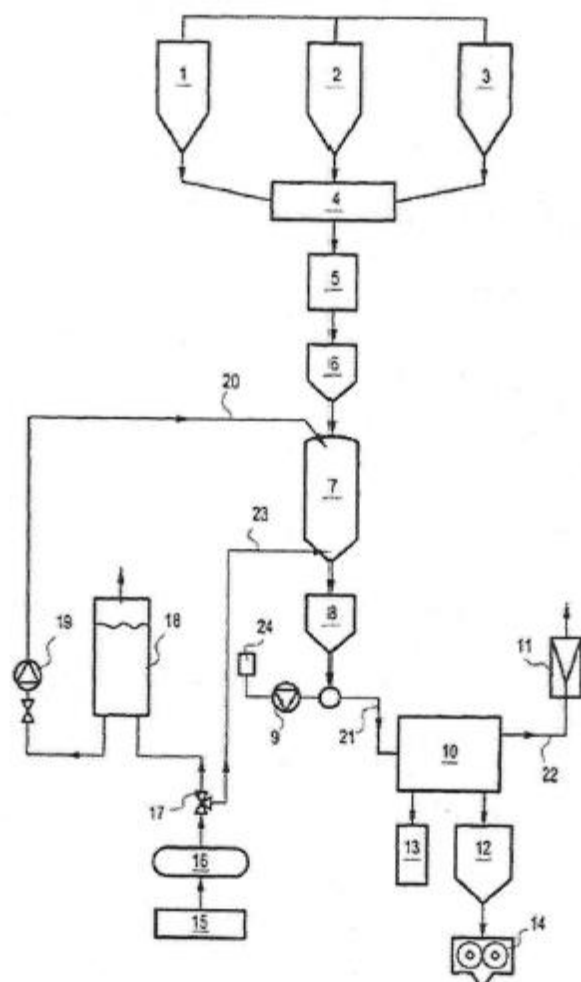


FIG.11