

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 507**

51 Int. Cl.:

A23L 1/0522 (2006.01)

C08B 30/12 (2006.01)

C08B 30/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2009 E 09006239 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2013 EP 2116137**

54 Título: **Polisacáridos térmicamente inhibidos y proceso de preparación**

30 Prioridad:

07.05.2008 US 51057 P

14.04.2009 US 423213

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

15.11.2013

73 Titular/es:

CORN PRODUCTS DEVELOPMENT INC. (100.0%)
5 Westbrook Corporate Center
Westchester, IL 60154, US

72 Inventor/es:

ENGLISH, THOMAS J.;
SHAH, KAMLESH;
KASICA, JAMES J.;
LANE, CHRISTOPHER C. y
SHAH, TUSHAR

74 Agente/Representante:

BLANCO JIMÉNEZ, Araceli

ES 2 429 507 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

Polisacáridos térmicamente inhibidos y proceso de preparación

Antecedentes de la invención

5 [0001] Esta invención se refiere a polisacáridos térmicamente inhibidos y procesos mejorados de preparación de los mismos bajo concentraciones de oxígeno eficaces de al menos 6,5 moles/m³ para producir composiciones con propiedades organolépticas mejoradas, incluyendo el color, sabor y olor.

10 [0002] Es bien conocido que el almidón se puede calentar para diversos fines, tales como el secado, vaporización de malos sabores, impartir un sabor ahumado, dextrinización o recocado. Más recientemente, el tratamiento térmico ha sido utilizado para hacer almidones inhibidos térmicamente. La patente US 5.725.676 concedida el 10 de marzo de 1998 a Chiu y col., da a conocer un proceso para fabricar almidón granular no pregelatinizado térmicamente inhibido mediante tratamiento térmico. La patente US 6.261.376 concedida el 17 de julio de 2001 a Jeffcoat y col., da a conocer un almidón o harina no granular, pregelatinizado, inhibido térmicamente, preparado por deshidratación y tratamiento térmico del almidón o la harina.

Explicación resumida de la invención

15 [0003] Ahora se ha descubierto que se obtienen propiedades organolépticas significativamente mejoradas, tales como el color y el índice de inhibición, del proceso de inhibir térmicamente polisacáridos mediante el uso de una concentración de oxígeno eficaz durante el tratamiento de inhibición térmica del polisacárido. En un aspecto de esta invención, el contenido de oxígeno de la atmósfera del recipiente se incrementa sin incrementar la
20 concentración límite de oxígeno (12% (v/v) de oxígeno), proporcionando así una posible opción de diseño para una operación segura.

[0004] También se ha descubierto que la disminución de la temperatura del punto de rocío del gas de procesamiento durante la inhibición térmica reduce sustancialmente la hidrólisis durante la reacción de la inhibición térmica.

25 [0005] Esta invención se refiere a un proceso para la fabricación de un polisacárido inhibido térmicamente que comprende las etapas de:

a) deshidratar el polisacárido a condiciones anhidras o sustancialmente anhidras; e

b) inhibir térmicamente el polisacárido anhidro o sustancialmente anhidro en una concentración de oxígeno eficaz de al menos 6,5 moles/m³ a pesar del uso de una mayor presión en el recipiente y/o mayor contenido de oxígeno a una temperatura de 100 °C o mayor durante un tiempo suficiente para inhibir el polisacárido.

30 Descripción breve de los dibujos

[0006]

La Figura 1 muestra una curva de Brabender para un ejemplo de almidón de maíz céreo utilizado para determinar la inhibición. Una curva de control ilustra el perfil de viscosidad de un almidón nativo no inhibido térmicamente utilizando el mismo procedimiento Brabender.

35 La Figura 2 muestra el tiempo de procesamiento necesario para alcanzar una viscosidad de 400BU a 92 °C con diferentes concentraciones de oxígeno durante la inhibición.

La Figura 3 ilustra valores de color Hunter L del material con una viscosidad de 400BU a 92 °C y diferentes concentraciones de oxígeno durante la inhibición.

40 La Figura 4 representa el cambio en el color Hunter L durante la inhibición medido por la viscosidad Brabender para los experimentos del Ejemplo 1.

La Figura 5 representa el impacto del contenido de humedad en el gas durante la inhibición en los perfiles de viscosidad Brabender.

Descripción detallada de la invención

[0007] Los polisacáridos adecuados para usar en esta invención, y según se usa el término en la presente memoria, incluyen almidones, ingredientes que contienen almidones, materiales derivados de almidones, gomas y materiales derivados de gomas, así como mezclas de los mismos.

5 [0008] Los ingredientes que contienen almidones incluyen, sin limitación, harinas y sémolas. Los materiales derivados de almidones incluyen, sin limitación, oligosacáridos y otros materiales derivados del almidón, incluyendo aquellos preparados modificando física, enzimática o químicamente el almidón. Tales materiales son conocidos en la técnica y se pueden encontrar en textos estándares como Modified Starches: Properties and Uses, Ed. Wurzburg, CRC Press, Inc., Florida (1986).

10 [0009] El almidón usado en esta invención puede ser cualquier almidón derivado de cualquier fuente natural. En la presente memoria, por natural se entiende tal como se encuentra en la naturaleza. También son adecuados los almidones derivados de una planta obtenida mediante técnicas de cultivo estándares, incluidas la hibridación, translocación, inversión, transformación, inserción, irradiación, mutación química u otra inducida, o por cualquier otro método de ingeniería génica o cromosómica para producir variaciones de los mismos. Además, el almidón
15 obtenido de una planta cultivada a partir de mutaciones inducidas y variaciones de la composición genérica anterior que se pueda producir por métodos estándares conocidos de selección por mutación también es adecuado en esta invención.

[0010] Las fuentes típicas de los almidones son los cereales, tubérculos y raíces, legumbres y frutas. La fuente natural puede ser cualquier variedad, incluyendo, sin limitación, maíz, patata, batata, cebada, trigo, arroz, sagú, amaranto, tapioca (mandioca), arrurruz, cañacoro, guisantes, plátanos, avena, centeno, triticale y sorgo, así como
20 variedades de las mismas con un bajo contenido en amilosa (cerosas) o alto contenido en amilosa. Por variedades con bajo contenido en amilosa o cerosas se entiende un almidón que contiene menos de 10% de amilosa en peso, en una forma de realización menos de 5%, en otra forma de realización menos de 2% y en otra forma de realización menos de 1% de amilosa en peso del almidón. Por variedades con alto contenido en amilosa se
25 entiende un almidón que contiene al menos 30% de amilosa, en una segunda forma de realización al menos 50% de amilosa, en una tercera forma de realización al menos 70% de amilosa, en una cuarta forma de realización al menos 80% de amilosa, y en una quinta forma de realización al menos 90% de amilosa, todos en peso del almidón.

[0011] El polisacárido puede ser tratado físicamente por cualquier método conocido en la técnica para alterar mecánicamente el polisacárido, tal como por cizallamiento o cambiando la naturaleza granular o cristalina del polisacárido y, según se utiliza en la presente memoria, está destinado a incluir la conversión y la pregelatinización. Los métodos de tratamiento físico conocidos en la técnica incluyen molienda con bolas, homogeneización, mezclado de alta cizalladura, cocción de alta cizalladura, tal como cocción en chorro o en un homogeneizador, secado en tambor, secado por pulverización, cocción por pulverización, compactación con rodillos Chilsonator®, molienda con rodillos y extrusión.
30

[0012] El polisacárido puede ser modificado químicamente por tratamiento con cualquier reactivo o combinación de reactivos conocidos en la técnica. Las modificaciones químicas pretenden incluir reticulación, acetilación, esterificación orgánica, eterificación orgánica, hidroxialquilación (incluidas la hidroxipropilación y la hidroxietilación), la fosforilación, la esterificación inorgánica, la modificación iónica (catiónica, aniónica, no iónica y zwitteriónica), succinación y succinación sustituida de polisacáridos. También se incluyen la oxidación y el blanqueado. Tales modificaciones son conocidas en la técnica, por ejemplo en Modified starches: Properties and Uses. Ed. Wurzburg, CRC Press, Inc., Florida (1986).
35 40

[0013] El almidón puede ser granular o pregelatinizado, ya sea antes o después de la inhibición térmica. Los almidones pregelatinizados, también conocidos como solubles en agua fría o almidones dispersos, son bien conocidos en la técnica como lo son los métodos de preparación de los mismos por gelatinización térmica, química o mecánica y luego secado. El término almidón "gelatinizado" se refiere a gránulos de almidón hinchados que han perdido su polarización (cruces de Malta) o se les ha debilitado y que pueden, o no, haber perdido su estructura granular. Los procesos térmicos utilizados para gelatinizar tales almidones incluyen cocción por lotes, tratamiento en autoclave y procesos de cocción continuos en equipos que incluyen, sin limitación, un intercambiador de calor, cocción por chorro, secador por pulverización y secador de tambor.
45

[0014] Las gomas que se pueden usar son bien conocidas en la técnica e incluyen xantano, carragenina, gellan, de semilla de algarroba, alginato, pectina, agar, goma arábiga y goma guar. Los materiales derivados de las gomas incluyen los enumerados modificados adicionalmente usando métodos conocidos en la técnica tales como la hidrólisis y la modificación química.
50

[0015] El almidón y la harina son polisacáridos particularmente útiles. En una forma de realización adecuada, la base de almidón es un almidón natural, en otra forma de realización es un almidón ceroso natural, y en otra forma de realización es un almidón alto en amilosa natural.
55

[0016] El polisacárido puede ser un solo polisacárido o una mezcla de dos o más polisacáridos. Los polisacáridos también pueden ser inhibidos térmicamente en presencia de otros materiales o ingredientes que no puedan interferir en el proceso de inhibición térmica, ni hidrolizar sustancialmente el polisacárido.

5 [0017] El proceso de inhibición térmica puede llevarse a cabo antes o después de que el polisacárido se modifique adicionalmente. En una forma de realización, la modificación se lleva a cabo antes de que el polisacárido se inhiba térmicamente. En otra forma de realización, el polisacárido no se modifica adicionalmente, antes o después de la inhibición térmica.

10 [0018] El polisacárido puede ajustarse primero, si es necesario, a un nivel de pH eficaz para mantener el pH neutro (gama de valores de pH alrededor de 7, con un pH de 6 a 8) o pH básico (alcalino) durante la siguiente etapa de inhibición térmica. Se cree que proporcionar un polisacárido a un pH neutro, o superior, antes de la etapa de inhibición térmica, reduce o elimina el potencial para cualquier hidrólisis del polisacárido que pueda ocurrir durante esta etapa. Por lo tanto, concretamente si la etapa de deshidratación es térmica, el ajuste del pH puede realizarse antes de la etapa de deshidratación. Si la temperatura de deshidratación no es demasiado elevada (por encima de 100 °C), se puede ajustar el pH después de la etapa de deshidratación, o ambos antes y después.

15 [0019] El pH, en una forma de realización, se ajusta a 6,0-12,0, y en otra a 7,0-10,0. Aunque se puede usar un pH más alto, ese pH tenderá a aumentar el oscurecimiento del polisacárido durante el tratamiento de inhibición térmica y puede causar otros efectos adversos, tales como la gelatinización. Por lo tanto, los ajustes del pH a un pH no mayor de 12 suelen ser más eficaces. Cabe señalar que los beneficios de una textura y viscosidad no cohesivas del proceso de inhibición térmica tienden a mejorar a medida que aumenta el pH. En la selección del pH preciso en el que el polisacárido se inhibirá térmicamente, el profesional seleccionará un equilibrio entre la formación de color y las características funcionales.

20

[0020] En un aspecto de la invención en la que el polisacárido es almidón, el pH se ajusta a 7,5-12,0, en otra a 8,0-10,5 y en otra más a 9,0-10,0. En otro aspecto de la invención, en la que el polisacárido es harina, el pH se ajusta a 6,0-9,5, y en otra a 7,0-9,5.

25 [0021] El ajuste del pH puede llevarse a cabo por cualquier método conocido en la técnica. En una forma de realización, en la que el polisacárido está en forma insoluble que no se hincha significativamente, el pH se ajusta mediante la suspensión del polisacárido en agua (por ejemplo, 1,5 a 2 partes de agua por 1 parte de polisacárido) o en un medio acuoso y aumentando el pH mediante la adición de cualquier base adecuada. Después de llevar el pH del polisacárido al intervalo de pH deseado, la suspensión puede escurrirse y después secarse, o secarse directamente, por lo general hasta un contenido de humedad de 2% (peso/peso) para el contenido de humedad de equilibrio del polisacárido. Se sabe en la técnica que el contenido de humedad de equilibrio depende de, entre otras cosas, el tipo de polisacárido, así como su fuente (por ejemplo, patata, maíz). Este procedimiento de secado debe distinguirse de la etapa de deshidratación en la que el polisacárido se deshidrata a condiciones anhidras o sustancialmente anhidras. En otra forma de realización, el pH se ajusta pulverizando una solución de una base (álcali) en el polisacárido. Si es necesario, se pueden usar tampones, como carbonatos o fosfatos de sodio, para mantener el pH necesario.

30

35

[0022] Para aplicaciones en alimentos, se utiliza una base de calidad alimentaria. Las bases de calidad alimentaria adecuadas para usar en la etapa de ajuste del pH del proceso incluyen, aunque no exclusivamente, sales de carbonatos, hidróxidos y fosfatos, incluidos los ortofosfatos, junto con cualquier otra base aprobada para uso alimentario según las leyes reguladoras. También se pueden usar bases no aprobadas para uso alimentario según estas regulaciones, siempre que se les pueda lavar el polisacárido de modo que el producto final se ajuste a las buenas prácticas de fabricación para uso alimentario. En un aspecto de esta invención, la base de calidad alimentaria es el carbonato de sodio.

40

[0023] Si el polisacárido no va a ser utilizado para un uso alimentario, la base no necesita ser una base de calidad alimentaria y se puede utilizar cualquier base orgánica o inorgánica adecuada que pueda elevar el pH. En un aspecto de la invención, si se utiliza una base de calidad alimentaria o no alimentaria, se elige una base que sea capaz de mantener el pH deseado durante todo el proceso de inhibición térmica.

45

[0024] El polisacárido se deshidrata a condiciones anhidras o sustancialmente anhidras. En la presente memoria, con el término "sustancialmente anhidro" se entiende menos de 2%, en una forma de realización menos de 1,5%, y en otra forma de realización menos de 1% (p/p) de agua. La deshidratación puede llevarse a cabo por cualquier medio conocido en la técnica e incluye métodos térmicos y métodos no térmicos tales como el uso de un disolvente hidrófilo como un alcohol (por ejemplo etanol), secado por congelación, secado al vacío, o el uso de un desecante. La deshidratación no térmica mejora el sabor de los polisacáridos térmicamente inhibidos.

50

[0025] La etapa de deshidratación para eliminar la humedad y obtener un polisacárido sustancialmente anhidro puede llevarse a cabo por un procedimiento de deshidratación térmica utilizando un dispositivo de calentamiento durante un tiempo y temperatura suficientes para reducir el contenido de humedad al deseado. En una forma de realización, la temperatura utilizada es de 125 °C o menos. En otra forma de realización, la temperatura estará

55

comprendida entre 100 a 140 °C. Mientras que la temperatura de deshidratación puede ser inferior a 100 °C, una temperatura de al menos 100 °C será más eficaz en la eliminación de la humedad cuando se utiliza un método térmico.

5 [0026] La etapa de deshidratación puede llevarse a cabo utilizando cualquier proceso o combinación de procesos que permita eliminar la humedad y en una forma de realización se lleva a cabo en una película fina de menos de 2,5 cm (una pulgada), y en otra de menos de 1,25 cm (media pulgada). Los procedimientos típicos en los que el almidón se deshidrata están descritos en la patente US 5.932.017 concedida a Chiu y col. el 3 de agosto de 1999, y la patente US 6.261.376 concedida a Jeffcoat y col. el 17 de julio de 2001.

10 [0027] En una forma de realización de esta invención, la deshidratación del polisacárido se lleva a cabo utilizando un vacío y, opcionalmente en combinación con una purga de gas, mientras se calienta a una temperatura elevada. En otra forma de realización, la temperatura elevada es desde 82 a 166 °C. La técnica de usar vacío con la opción de una purga de gas para la deshidratación se puede utilizar en cualquier equipo que pueda calentar el material con un perfil de temperatura controlado bajo al menos un vacío parcial, y en una forma de realización en un equipo que pueda calentar el material con un perfil de temperatura controlado bajo un vacío mientras se suministra un gas de purga. El recipiente o contenedor usado como equipo debe tener capacidad para el vacío, es decir, estar lo suficientemente sellado para mantener el vacío y en buenas condiciones estructurales para evitar el hundimiento del recipiente. El gas de purga puede ser cualquier gas inerte incluyendo, sin limitación, dióxido de carbono o nitrógeno y en una forma de realización es nitrógeno. En una forma de realización, la opción de purga se utiliza si el vacío no es suficiente para eliminar el vapor de agua presente en el sistema. En otra forma de realización, el almidón se seca al vacío a condiciones anhidras o sustancialmente anhidras en un reactor de lecho fluidizado.

15 [0028] En otra forma de realización, el polisacárido se deshidrata en un reactor a presión bajo temperatura y presión elevadas. En una forma de realización, la temperatura elevada es de 82 °C a 166 °C, mientras que la presión es desde la atmosférica hasta 525 kPag, mientras que en otra realización, la presión es de 145 a 515 kPag. En otra forma de realización más se mantiene la atmósfera dentro del depósito por debajo de la concentración límite de oxígeno mediante el uso de una corriente de gas mixta de nitrógeno/oxígeno y en todavía otra forma de realización, el oxígeno está en el intervalo de 8-12% en volumen del gas que lo rodea. La técnica de usar el aumento de la presión se puede utilizar en cualquier equipo que pueda calentar el material con un perfil de temperatura controlado. El recipiente o contenedor usado como equipo deben tener capacidad para la presión, es decir, ser estructuralmente sólido para contener la presión del recipiente cuando se trabaja en atmósferas de oxígeno por debajo de la concentración límite de oxígeno, y en una forma de realización ser capaz de contener o ventilar de forma segura la propagación de una onda de combustión-deflagración causada por una explosión de polvo a temperaturas/presiones elevadas si la atmósfera del recipiente es superior a la concentración límite de oxígeno cuando se utilizan concentraciones de oxígeno más elevadas.

25 [0029] Tal como se usa en esta memoria, se entiende por un reactor (de lecho) fluidizado, secador (de lecho) fluidizado o mezclador (de lecho) fluidizado cualquier aparato en el que el polisacárido es sustancialmente fluidizado, ya sea por gas, medios mecánicos o de otro tipo.

[0030] La etapa de inhibición térmica se lleva a cabo calentando el polisacárido sustancialmente anhidro en una concentración enriquecida con oxígeno a una temperatura de 100 °C o mayor durante un tiempo suficiente para inhibir el polisacárido.

30 [0031] Cuando los polisacáridos son sometidos a calor en presencia de agua, puede ocurrir la hidrólisis o degradación. La hidrólisis o la degradación reducirán la viscosidad, cambiarán la textura por lo general aumentando la cohesión y darán como resultado un aumento del desarrollo de color. Por lo tanto, las condiciones para la deshidratación deben ser elegidas de modo que favorezcan la inhibición pero reduzcan la hidrólisis y la degradación. En un aspecto de la invención, el polisacárido es sustancialmente anhidro antes de alcanzar temperaturas de tratamiento con calor, y en otro aspecto de la invención, el polisacárido es sustancialmente anhidro a lo largo de por lo menos el noventa por ciento del tratamiento con calor.

35 [0032] En un aspecto de esta invención, una cualidad importante del procedimiento de inhibición térmica es mantener la concentración de oxígeno, es decir, los moles de oxígeno/m³ a un cierto nivel. En una forma de realización, el aumento de la concentración efectiva de oxígeno hasta al menos 6,5 moles/m³ produce un aumento de los índices de inhibición y un índice sorprendentemente reducido de desarrollo de color, dando como resultado la mejora de las cualidades organolépticas, incluidos el color, sabor y olor. En otra forma de realización, la concentración efectiva de oxígeno se aumenta a al menos 9 moles/m³, en otra a al menos 12 moles/m³, y en otra a al menos 25 moles/m³. El aumento de la concentración de oxígeno se puede utilizar en un amplio intervalo, donde la efectividad del equipo y las consideraciones de seguridad suponen factores limitadores. El aumento de la concentración de oxígeno se puede lograr por cualquier método conocido en la técnica. En una forma de realización, el aumento de la concentración de oxígeno se logra mediante el uso de gas enriquecido con oxígeno (contenido de oxígeno superior a 21% (v/v) de aire). Esta forma de realización puede ser a presión ambiente o a mayor presión, mientras se mantenga la seguridad, y en una forma de realización es a presión ambiente. En otra forma de realización, el aumento de la concentración de oxígeno se logra mediante el aumento de la presión del

5 gas por encima de la presión ambiente dentro del aparato durante la inhibición térmica; esta forma de realización tiene la ventaja de que la concentración límite de oxígeno (por debajo del cual se evita la combustión del almidón de maíz) no cambia con la presión del gas. En otra forma de realización, la combinación de aumento de oxígeno, ya sea por encima del contenido límite de oxígeno y/o contenido enriquecido con oxígeno y presión proporcionará la mayor mejora en la reducción del tiempo de inhibición térmica y disminuirá el color (aumento del valor Hunter L) del producto. En otra forma de realización más de la invención, el polisacárido es deshidratado utilizando secado al vacío y, a continuación, térmicamente inhibido con un aumento de la concentración de oxígeno. En otra forma de realización más de la invención, el polisacárido es deshidratado utilizando un aumento de la presión y/o aumento de la concentración efectiva de oxígeno y, a continuación, inhibido térmicamente con el aumento de la concentración de oxígeno.

10 [0033] Además de la concentración de oxígeno del gas de purga, el contenido de humedad del gas también afecta a la inhibición térmica. En una forma de realización, el polisacárido se inhibe térmicamente con gases de purga secados a menos de un punto de rocío de -15 °C, y en otra forma de realización menos de -20 °C. Al mantener el contenido de humedad de gas bajo se evita sustancialmente la degradación de los polisacáridos durante la inhibición térmica. En otro aspecto más de la invención, el polisacárido es térmicamente inhibido con gases de purga secados a menos de un punto de rocío de -15 °C y en una concentración de oxígeno de al menos 6,5 moles/m³.

15 [0034] En otra forma de realización de la inhibición térmica, el caudal del gas de purga se mantiene a un mínimo. Este caudal depende del gas utilizado y la presión mantenida, así como del tipo de equipo utilizado. Este caudal mínimo disminuye a medida que se incrementa la presión de la reacción y/o añadiendo agitación mecánica.

[0035] La inhibición térmica se llevará a cabo en un rango de temperaturas de al menos 100 °C. En una forma de realización, la temperatura estará en el intervalo de 100 a 200 °C, en otra forma de realización de 120 a 180 °C y en otra forma de realización más de 150 a 170 °C.

25 [0036] El tiempo para la inhibición térmica en una forma de realización es de 0 a 12 horas, en otra forma de realización es de 0,25 a 6 horas y en otra forma de realización es de 0,5 a 2 horas. El tiempo para la inhibición térmica se mide desde el momento en el que la temperatura se estabiliza (se alcanza la temperatura objetivo) y por lo tanto el tiempo de inhibición térmica puede ser cero si se produce inhibición térmica mientras se está alcanzando esa temperatura. Por ejemplo, si el proceso se realiza en un aparato que tiene una temperatura que sube de forma comparativamente lenta, una vez que el polisacárido ha alcanzado condiciones sustancialmente anhidras, la inhibición térmica comenzará si la temperatura es suficientemente alta y puede completarse antes de que el aparato alcance la temperatura final.

[0037] Las etapas de deshidratación y/o inhibición térmica se pueden realizar a presiones normales, al vacío o bajo presión, y pueden desarrollarse utilizando cualquier medio conocido en la técnica. En un método, el gas utilizado es previamente secado para eliminar la humedad.

35 [0038] Las etapas de deshidratación e inhibición térmica pueden llevarse a cabo en el mismo aparato o en diferentes aparatos. En una forma de realización, las etapas de deshidratación e inhibición térmica se realizan en el mismo aparato y en otra forma de realización son continuas (no se realizan por lotes). Las etapas de deshidratación e inhibición se pueden llevar a cabo en cualquier aparato (singular o plural). Cuando las etapas de deshidratación e inhibición térmica se llevan a cabo en un aparato que es muy eficiente en la eliminación de la humedad, las dos etapas pueden producirse sustancialmente de forma simultánea. Las dos etapas también pueden ocurrir simultáneamente durante el aumento de la temperatura.

40 [0039] La etapa de deshidratación se lleva a cabo típicamente en un aparato equipado con un medio para la eliminación de la humedad (por ejemplo, un orificio de ventilación, vacío o un ventilador para barrer el gas del espacio libre del aparato, el gas de fluidización) para impedir sustancialmente la acumulación y/o precipitación de humedad en el polisacárido; no obstante, la etapa de inhibición térmica puede llevarse a cabo en un aparato con o sin tales medios para la eliminación de la humedad. En una forma de realización, el aparato de inhibición térmica está equipado con un medio para la eliminación de vapor de agua del aparato. El aparato de deshidratación e inhibición térmica (singular o plural) puede ser cualquier recipiente térmicamente controlado e incluye, sin limitación, hornos industriales, tales como hornos convencionales o microondas, dextrinizadores, reactores y secadores de lecho fluidizado, y mezcladoras o mezcladores.

45 [0040] La combinación de tiempo y temperatura para las etapas de deshidratación e inhibición térmica dependerá del equipo utilizado y también puede verse afectada por el tipo de polisacárido que se esté tratando, el pH y el contenido de humedad, así como otros factores identificados y seleccionados por el profesional.

50 [0041] Mediante la variación de las condiciones del proceso, incluyendo el pH inicial, el método y las condiciones de deshidratación, y las temperaturas de inhibición térmica, tiempos y condiciones, el nivel de inhibición puede ser variado para proporcionar diferentes características de viscosidad en el polisacárido inhibido térmicamente final.

[0042] Después de la etapa de inhibición térmica, el polisacárido puede procesarse adicionalmente por uno o más de los siguientes: cribado para seleccionar un tamaño de partícula deseable, suspendido y lavado, filtrado y/o secado, blanqueado o refinado de otro modo, y/o ajustando su pH. El polisacárido puede además ser mezclado con otro polisacárido no modificado o modificado o con ingredientes alimentarios antes de usarlo en un producto de uso final.

[0043] Los polisacáridos resultantes son funcionalmente similares a los polisacáridos reticulados químicamente en que pueden tener una textura suave no cohesiva cuando se cuecen (por ejemplo, para maximizar su funcionalidad o rendimiento en una aplicación seleccionada) o se dispersan (por ejemplo, para el almidón, dejan de exhibir birrefringencia o cruces de Malta), y/o excelente tolerancia a las variables del proceso tales como el calor, cizalladura y extremos de pH, en particular durante un tiempo significativo en tales condiciones. También, para los almidones no pregelatinizados, la viscosidad Brabender inicializa (empieza a formarse) en un momento anterior o sustancialmente al mismo tiempo que el mismo almidón que no ha sido inhibido térmicamente. Estos polisacáridos inhibidos térmicamente también pueden proporcionar una textura suave deseable al producto alimenticio procesado y mantener su capacidad espesante a lo largo de las operaciones de tratamiento. Además, los polisacáridos térmicamente inhibidos tendrán menos reducción de la viscosidad que el mismo polisacárido que no ha sido inhibido térmicamente.

[0044] Pérdida de la viscosidad, tal como se usa en esta invención, se entiende que significa para un almidón granular 1) para un almidón inhibido térmicamente con un pico, que la viscosidad Brabender del polisacárido inhibido térmicamente disminuye con una pendiente menos pronunciada que la viscosidad Brabender del mismo polisacárido que no se ha inhibido térmicamente; o 2) para un polisacárido inhibido térmicamente sin un pico, que el perfil de viscosidad Brabender del polisacárido térmicamente inhibido obtiene una viscosidad máxima durante las primeras etapas de la fase de espera y después permanece sustancialmente plana en todo el ciclo de espera de la curva de viscosidad Brabender; o 3) para un polisacárido inhibido térmicamente sin un pico de viscosidad que ha sido más inhibido que (2), que la viscosidad Brabender del polisacárido térmicamente inhibido obtiene una fracción significativa de su viscosidad en las primeras etapas de la fase de espera, pero continúa gradualmente aumentando la viscosidad durante el resto de la fase de espera, o 4) para un polisacárido inhibido térmicamente sin un pico de viscosidad que ha sido más inhibido que (3), que la viscosidad Brabender del polisacárido inhibido térmicamente aumenta gradualmente durante el ciclo de calentamiento y en las primeras etapas de la fase de espera antes de un aumento más rápido de la viscosidad durante las etapas restantes de la fase de espera. El análisis de viscosidad Brabender de un almidón pregelatinizado es muy diferente del de un almidón granular. Puesto que está pregelatinizado, se dispersa y se hidrata independientemente del método Brabender y no requiere necesariamente calentamiento. Dependiendo del método seleccionado por el experto en la técnica, generalmente se observa menos pérdida para el almidón pregelatinizado inhibido térmicamente en las etapas posteriores del método, en comparación con el control pregelatinizado no inhibido térmicamente.

[0045] Los perfiles de viscosidad Brabender explicados anteriormente sirven de referencia para productos de textura corta no cohesivos, que son adecuados para una amplia gama de aplicaciones. Un experto en la técnica entiende que el grado de inhibición se adapta a la aplicación de destino para dar las propiedades deseadas.

[0046] Los polisacáridos térmicamente inhibidos resultantes han mejorado el color, sabor y olor. En una forma de realización, el color Hunter del polisacárido térmicamente inhibido disminuye en menos de 7, y en otra forma de realización en menos de 5 unidades Hunter L en comparación con el polisacárido antes de la inhibición térmica, utilizando el método descrito en la sección de ejemplos. En una forma de realización, el color Hunter L es al menos 0,5 unidades, en otra al menos 1 unidad, en otra al menos 2 unidades, y en otra más al menos 3 unidades superior al de un polisacárido que se procesa de la misma manera en una concentración de oxígeno eficaz de menos de 6,5 moles/m³.

[0047] El polisacárido inhibido térmicamente resultante puede ser utilizado en lugar de polisacáridos químicamente modificados o reticulados usados en la actualidad en los alimentos, manteniendo sin embargo, una etiqueta limpia (etiqueta de producto no modificado). Entre los productos alimenticios que pueden ser mejorados por el uso de los polisacáridos de esta invención se encuentran los alimentos para bebés, formulaciones infantiles líquidas, salsas y caldos de carne, sopas, aliños para ensaladas y mayonesa y otros condimentos, yogur, crema agria y otros productos lácteos, pudín y rellenos de pasteles, preparados de frutas, productos líquidos de dieta y productos líquidos para la alimentación hospitalaria, productos de panadería tales como pan, pasteles y galletas, y cereales listos para comer. Los polisacáridos también son útiles en mezclas secas para salsas, pudines, alimentos para bebés, cereales calientes o productos nutricionales. Los polisacáridos térmicamente inhibidos son adecuados para su uso en aplicaciones alimentarias donde se requiera estabilidad de la viscosidad en todas las temperaturas de procesamiento. El polisacárido resultante puede ser utilizado en cualquier cantidad deseada y se utiliza típicamente a sustancialmente la misma concentración que un polisacárido modificado químicamente que imparta una viscosidad y atributos de textura similares. En una forma de realización, el polisacárido se utiliza en una cantidad de 0,1 a 35% y en otra de 2 a 6%, en peso del producto alimenticio.

[0048] Los polisacáridos inhibidos térmicamente también pueden ser utilizados en lugar de los polisacáridos químicamente modificados o reticulados usados en la actualidad en otras aplicaciones en las que se utilizan

actualmente tales polisacáridos, incluyendo, sin limitación, la fabricación de papel, productos farmacéuticos, envases, adhesivos y productos para el cuidado personal.

Ejemplos

5 [0049] Los siguientes ejemplos se presentan para ilustrar y explicar más detalladamente la presente invención y no deben tomarse como limitadores en ningún sentido. Todas las partes y porcentajes se dan en peso, excepto para el porcentaje de oxígeno u otro gas que se da en volumen, y todas las temperaturas en grados Celsius (°C) a menos que se indique otra cosa.

[0050] Los siguientes procedimientos se utilizaron en todos los ejemplos.

10 [0051] Procedimiento de Viscosidad Brabender - El polisacárido objeto de la prueba se suspendió en una cantidad suficiente de agua destilada para dar una suspensión de sólidos anhidros al 5% ajustada a pH 3 con un tampón de citrato de sodio/ácido cítrico. El peso de carga es de 23,0 gramos de polisacárido anhidro, 387 gramos de agua destilada y 50 gramos de solución tampón. La solución tampón se preparó mezclando 1,5 volúmenes de 210,2 gramos de ácido cítrico monohidratado diluido hasta 1000 ml con agua destilada con 1,0 volúmenes de 98,0 gramos de citrato de tri-sodio dihidratado diluido hasta 1000 ml con agua destilada. La suspensión se introduce a
15 continuación en el vaso de muestra de un viscoamilografo Brabender (fabricado por C.W. Brabender Instruments, Inc., Hackensack, NJ) equipado con un cartucho de 350 cm/gramo y se midió la viscosidad según se calentaba la suspensión (a una velocidad de 1,5 °C/minuto) a 92 °C y se mantuvo durante quince minutos (15'). La viscosidad se registró a 92 °C y de nuevo después de quince minutos se mantuvo a 92 °C (92 °C +15). El tiempo en relación con el procedimiento de Brabender se pone a cero cuando la carga se lleva a 60 °C.

20 [0052] El viscoamilografo registra el par necesario para equilibrar la viscosidad que se desarrolla cuando una suspensión de polisacárido se somete a un ciclo de calentamiento programado.

[0053] Utilizando este procedimiento, la hidrólisis sustancial del almidón de maíz ceroso puede indicarse por una viscosidad a 92 °C+ 15 minutos menor que la viscosidad a 92 °C con una viscosidad a 92 °C menor de 500BU. Un experto en la técnica observará que es difícil separar la hidrólisis de la inhibición térmica solamente por la
25 viscosidad. Por ejemplo, se puede obtener cualquier nivel alto de inhibición térmica o nivel alto de hidrólisis con una baja viscosidad. Se sabe que se requiere un análisis más profundo para medir la extensión de la hidrólisis ya sea a través de la textura, en donde la hidrólisis producirá texturas más largas y más cohesivas, o a través de una medición de la solubilidad del almidón granular, en donde un aumento en la solubilidad después de la dispersión o la cocción es indicativa de hidrólisis.

30 [0054] Procedimiento de humedad - Se pesan cinco gramos de polvo en una balanza de humedad Cenco B-3 Digital. La potencia de la bombilla se ajusta a 100% para calentar la muestra a entre 135-140 °C durante 15 minutos. Se determina el porcentaje en peso de humedad por la pérdida de peso cuyo resultado es presentado directamente por la balanza de humedad.

35 [0055] Procedimiento con el Colorímetro Hunter - Se calienta el espectrofotómetro Color Quest II de Hunter durante una hora antes de realizar la calibración o el análisis de las muestras. La calibración se lleva a cabo utilizando el procedimiento previsto por el fabricante. Se toman las lecturas de las muestras utilizando los siguientes ajustes: Escala = Hunter Lab, Iluminante = D65, Procedimiento = NINGUNO, Observador = 10°, Iluminante para observar el índice de metamerismo = Fcw, Diferencia = DE, Índices = YID1925 (2/C), Modo de visualización = Absoluto, Orientación = Filas de orden mayor. Todo el análisis de color indicado aquí se lleva a cabo en muestras de polvo.
40 El polvo se carga en la celda de muestras y la celda se golpea ligeramente para eliminar los espacios entre la ventana de la celda y el polvo. La celda de muestras se carga en el colorímetro y se lee la muestra.

Ejemplo 1 - Efecto de la concentración de oxígeno en un mezclador fluidizado mecánicamente

45 [0056] Se realizó una serie de experimentos utilizando el mismo lote de almidón de maíz ceroso anhidro (<1% de humedad por secado al vacío), cuyo pH se ajusta con una combinación de hidróxido y carbonato a un pH de 9,5, en un mezclador fluidizado mecánicamente ProcessAll a escala piloto. Se usó un tamaño de lote de 45,5 kg en toda la serie experimental.

[0057] El producto de almidón anhidro se calentó a 166 °C durante un período de dos horas. Una vez que el almidón alcanzó la temperatura, las muestras se sacaron cada 30 minutos para su análisis. En cada experimento se controló la concentración de oxígeno en el espacio libre del recipiente a diferentes niveles. Se determinó el
50 tiempo de procesamiento por el tiempo a la temperatura necesaria para producir una viscosidad a 92 °C de 400 unidades Brabender (BU) en una olla Brabender con el pH tamponado.

[0058] La Figura 1 es un ejemplo de curva de Brabender utilizada para determinar la inhibición de la muestra de almidón y muestra el punto y momento en que la muestra de almidón alcanza una viscosidad a 92 °C de 400BU.

[0059] La Figura 2 muestra el tiempo de procesamiento necesario para alcanzar una viscosidad a 92°C de 400BU en diferentes muestras inhibidas térmicamente a distintas concentraciones de oxígeno. Se muestra que el tiempo de procesamiento necesario para alcanzar una viscosidad a 92°C de 400BU disminuye al aumentar la concentración de oxígeno.

5 [0060] Se determinaron los valores de color para el material de almidón en polvo que tenía una viscosidad a 92°C de 400BU en una olla Brabender con un pH 3 tamponado con las muestras de almidón estando inhibidas térmicamente a diferentes concentraciones de oxígeno. Se determinaron los valores de color Hunter L para las diferentes muestras de polvo y se indican en la Figura 3. Como se muestra, las muestras procesadas a mayores concentraciones de oxígeno tienen un valor de color más blanco, es decir, un valor de color Hunter L más alto, en el momento reducido para llegar a una viscosidad a 92°C de 400BU. Más importante aún, el color se forma a una velocidad reducida, es decir, la velocidad de formación de color para el aumento de la inhibición (reducción de la viscosidad a 92 °C) se reduce a medida que el contenido de oxígeno se incrementa tal como se muestra en la Figura 4. También se ha demostrado que a medida que la formación de color del producto inhibido se reduce, es decir, mayores valores Hunter L finales al mismo nivel de inhibición, los productos van obteniendo perfiles organolépticos correspondientemente mejores.

Ejemplo 2 - Efecto de la concentración de oxígeno en un reactor de lecho fluidizado

20 [0061] Se deshidrata almidón ceroso con su pH ajustado a 9,5 (color Hunter L = 94,87) y, a continuación, se inhibe térmicamente en un reactor de lecho fluido a presión bajo diferentes niveles de concentración de oxígeno, todo por debajo de la concentración límite de oxígeno. En el primer experimento, el almidón se deshidrata a 132 °C y a 345kPag. Cuando la humedad es inferior al 1%, el contenido se calienta a 166 °C. Cuando la temperatura alcanza 166 °C (tiempo t = 0), se toma una muestra para su análisis. Tiempo, t = 0, es el inicio de la inhibición o la fase de tratamiento térmico para los almidones. La toma de muestras de los almidones y posterior análisis continúa mientras que el almidón se mantiene a 166 °C como se describe en el Ejemplo 1.

25 [0062] En un segundo experimento, se deshidrata el almidón céreo con el pH ajustado, a 132 °C y 517kPag a menos del 1% de humedad en un reactor de lecho fluido, mientras que en un tercer experimento, se deshidrata el almidón céreo con el pH ajustado, a 132 °C y presión ambiente, a menos del 1% de humedad en un reactor de lecho fluido. En los experimentos 1 y 2 se mantiene la presión durante la deshidratación cuando el almidón se calienta a 166 °C y se mantiene mientras dura la inhibición. Todos los otros parámetros para los experimentos 2 y 3 son los mismos que los que se han descrito anteriormente para el experimento 1.

30 [0063] El contenido de oxígeno (moles/m³), color a T = 0, el tiempo de procesamiento hasta llegar a una viscosidad a 92 °C de 400BU y el color Hunter L asociado se muestran en la Tabla 1. Estos resultados muestran que la deshidratación de almidón en un sistema presurizado retarda el desarrollo de color. Como en el experimento 1, el mayor contenido de oxígeno facilitó un tiempo de proceso reducido hasta llegar a una viscosidad a 92°C de 400BU y un color inferior en este momento/viscosidad del proceso.

35 Tabla 1.

Presión (kPag)	Concentración Oxígeno [moles/m ³]	Color Hunter L en t = 0	Tiempo hasta una viscosidad a 92 °C de 400BU (min)	Color Hunter L a una viscosidad a 92 °C de 400 BU
0	2,22	90,67	90	85,4
345	9,77	91,17	75,5	85,8
517	13,55	91,84	69,9	86,40

Ejemplo 3 - Efecto del peso del almidón e índices de purga de aire

40 [0064] Tres lotes del mismo almidón de maíz ceroso anhidro con el pH ajustado usado en el Ejemplo 1 se inhibieron térmicamente a 171 °C en un mezclador fluidizado mecánicamente ProcessAll a escala piloto. Se varió el peso del almidón y los índices de purga de aire (flujo de aire) y se hizo un seguimiento de los índices de inhibición térmica utilizando el procedimiento Brabender ácido tamponado. Los porcentajes de oxígeno se mantuvieron por debajo del contenido de oxígeno límite necesario para la combustión con una purga de nitrógeno suplementaria para proteger el recipiente. La presión del recipiente era ambiente. Los resultados se presentan en la Tabla 2, a continuación:

45

Tabla 2

Experimento	Peso almidón (kg)	Flujo de aire (m ³ h)	Relación flujo de aire a peso almidón (m ³ h/kg)	Velocidad de rotación del espacio libre (1/hr)	Tiempo de cocción (min)	Viscosidad Brabender a 92°C (BU)	Viscosidad Brabender a 92°C + 15 min (BU)
A	45,5	1,32	0,029	7,2	60	415	495
B	45,5	0,66	0,015	3,6	90	415	455
C	22,7	0,66	0,029	3,6	60	420	475

Los valores obtenidos para las mediciones de la viscosidad a 92 °C y 92 °C + 15 minutos a través de cada conjunto pueden considerarse que están dentro del error experimental de +/-20 BU m³ h = metros cúbicos estándares por hora, donde el estándar es 0 °C y 101,3 kPa.

5 [0065] Los experimentos A y C tienen la misma relación de flujo de aire a peso de almidón. Sin embargo, C tiene una velocidad de rotación del espacio libre menor que A. Los dos experimentos demuestran la misma cinética de reacción - según se mide por la viscosidad Brabender a 92°C para las muestras desde el mismo tiempo de cocción. Por lo tanto, la inhibición térmica depende del flujo de aire con respecto del peso del almidón (relación) y no con la velocidad de rotación del espacio libre del recipiente.

[0066] Por otra parte, el Experimento B muestra una cinética de inhibición térmica más lenta con un flujo de aire más bajo en relación al peso de almidón. Esto es evidente con la viscosidad a 92 °C de 415BU que se produce a los 90 minutos en lugar de a los 60 minutos.

10 [0067] Un lote adicional del mismo almidón de maíz céreo anhidro con el pH ajustado se inhibió térmicamente a 168 °C en un reactor fluidizado mecánicamente a escala piloto. En este experimento, la presión del recipiente se elevó a 193kPag. Se mantuvo la misma relación de oxígeno a nitrógeno utilizado en los experimentos A, B y C en este experimento para proteger el recipiente. Los resultados se presentan en la Tabla 3, a continuación.

Tabla 3

15

Experimento	Peso almidón (kg)	Flujo de aire (m ³ h)	Relación flujo de aire a peso almidón (m ³ h/kg)	Tiempo De cocción (min)	Viscosidad Brabender a 92°C (BU)	Viscosidad Brabender a 92°C + 15 min (BU)
D	45,5	0,00	0,00	60	415	465

[0068] El experimento D tiene la misma cinética que los experimentos A y C medida por la viscosidad Brabender a 92 °C. Sin embargo, no hay purga de gas en el Experimento D. Por lo tanto, según aumenta la presión del recipiente disminuye la importancia de la relación del flujo de aire con respecto al almidón, eliminando el requisito de inhibición térmica para una purga de gas a presiones elevadas.

20 Ejemplo 4 - Efecto de la temperatura al punto de rocío

25 [0069] Se deshidrata almidón de maíz ceroso con un pH 9,6 en un reactor de lecho fluido. El material deshidratado se divide en dos alícuotas. La primera muestra se inhibe térmicamente en un reactor de lecho fluidizado a 160 °C durante 120 minutos con un gas de fluidización al punto de rocío de -15 °C. La segunda muestra se inhibe térmicamente en el mismo reactor de lecho fluidizado a 160 °C durante 120 minutos con un gas de fluidización al punto de rocío de -18 °C. En ambos casos, la presión de referencia es 101.325kPa.

30 [0070] La Figura 5 ilustra el impacto del contenido de humedad en el gas de fluidización. Aunque ambos polvos tenían una humedad de 0,0% medida por el procedimiento de la humedad, el material procesado en el gas de fluidización con el punto de rocío más alto exhibió hidrólisis. El potencial de hidrólisis se indicó por la viscosidad más baja a 92 °C +15 minutos en comparación con la viscosidad a 92 °C y se confirmó examinando la textura de la cocción (almidón cocido).

Ejemplo 5 - Efecto del aire a presión

[0071] Se ajusta el pH de almidón de tapioca a 8,5 añadiendo carbonato de sodio a una suspensión de almidón de tapioca. El almidón se escurre en un embudo Buchner y la torta se rompe y reserva para secarla al aire durante la noche en una bandeja. El almidón se muele en un molinillo de café y se divide en dos alícuotas.

- 5 [0072] La primera parte de almidón se pone en un reactor de lecho fluidizado con aire seco y un punto de rocío inferior a -10 °C. El reactor se lleva a 120 °C y se mantiene a esa temperatura hasta que el almidón se deshidrata a menos de 1% de humedad. Una vez que el almidón está por debajo de 1% de humedad, el almidón se calienta a 166 °C. Se toman muestras del material durante todo el experimento para someterlas a un análisis Brabender y de color.
- 10 [0073] La segunda parte de almidón se pone en el mismo reactor de lecho fluido y se deshidrata de la misma manera que la primera parte. A continuación, el almidón se lleva a 166 °C. Con el almidón a 166 °C, el reactor se presuriza a 586kPag llevando la concentración de oxígeno a 39,5 moles/m³ mientras sigue la fluidización con aire seco. Se toman muestras durante tratamiento con calor para someterlas a un análisis Brabender y de color.
- 15 [0074] El material del segundo experimento tiene una viscosidad Brabender a 92°C más baja que las muestras tomadas al mismo tiempo en el proceso que en el primer experimento, lo que indica el aumento de la cinética en la inhibición térmica para la reacción a presión. Además, las muestras del segundo experimento tienen valores Hunter L de color superiores a las muestras con viscosidad Brabender a 92°C comparables tomadas en el primer experimento.

Ejemplo 6 - Efecto de la presión del gas

- 20 [0075] Un secador al vacío comercial similar al Bepex Continuator® deshidrata almidón de arroz (pH ajustado a 9,0) a menos de 1% de humedad usando una combinación de vacío, gas de purga, y perfil de temperatura tales que el almidón no se degrada o hidroliza. El almidón deshidratado se divide en dos lotes.
- 25 [0076] El primer lote se alimenta en un reactor Littleford. Una combinación de aire y nitrógeno purga el Littleford, dejando caer la fracción de oxígeno en el espacio libre a un nivel incombustible. Se aumenta la presión y la temperatura del recipiente a 200kPag y 150°C, de manera que la concentración de oxígeno sea de 6,7 moles/m³. Con el recipiente a la temperatura y presión del proceso, se detiene la purga de gas. Se toman muestras durante el tratamiento térmico para su posterior análisis.
- 30 [0077] El segundo lote se alimenta en el mismo reactor Littleford. El aire y el nitrógeno purgan inertes el recipiente a la misma fracción de oxígeno al igual que en el primer experimento. La temperatura del recipiente se incrementa a 150 °C y la presión se mantiene a 0 kPag. A la temperatura de procesamiento, la purga de gas se detiene. Se toman muestras durante el tratamiento térmico para su posterior análisis.
- 35 [0078] El material del primer experimento muestra inhibición térmica medida por viscosidad Brabender. El material del segundo experimento exhibe características degradadas e hidrolizadas. Por ejemplo, las muestras del segundo experimento no tienen un perfil de viscosidad con una curva continuamente creciente, eran de un color más oscuro y se caracterizaron por cualidades que distan de ser óptimas en su textura, como cohesividad indeseable y textura larga. Además el segundo ejemplo también exhibió más solubilidad, indicativo de hidrólisis. En el segundo caso, el índice de purga no estuvo por encima del mínimo necesario para un tratamiento térmico no presurizado.

Ejemplo 7 - Efecto de la concentración de oxígeno

- 40 [0079] Se deshidrata harina de maíz ceroso de bajo contenido en proteína a pH 9,5 y 10% de humedad a menos de 1% de humedad utilizando un secador Solidaire® de capa fina sin degradación o hidrólisis.
- 45 [0080] Se pone una muestra de 500g en un reactor de laboratorio Parr de 1 litro y se sella. El recipiente es purgado con 0,015 m³/h de aire, se agita con una paleta magnéticamente acoplada y se calienta a 160 °C. Durante el tratamiento térmico, el recipiente es agitado, purgado y mantenido a una presión de 0 kPag y una concentración de oxígeno de 5,88 moles/m³. Después de una hora a 160 °C, el recipiente se enfría y se analiza el color y el perfil de la viscosidad Brabender de la harina de maíz ceroso baja en proteínas.
- 50 [0081] Se pone una segunda muestra anhidra de 500g del Solidaire® en un reactor de laboratorio Parr de 1 litro y se sella. El recipiente se purga con 0,015 m³/h de una mezcla al 50:50 de oxígeno y nitrógeno (concentración de oxígeno de 14 moles/m³). El recipiente se calienta a 160 °C y se mantiene a esa temperatura durante una hora. Durante el tratamiento térmico, el recipiente es agitado, purgado con la mezcla de gas y mantenido a una presión de 0 kPag. Una vez que el recipiente se enfría, se analiza el color y el perfil de la viscosidad Brabender de la harina de maíz ceroso baja en proteínas.

[0082] La viscosidad Brabender a 92 °C para el segundo experimento es menor que la del primer experimento. Además, el color en relación con el grado de inhibición en el segundo experimento es más claro que el primero.

[0083] Se proporcionan los siguientes subtítulos para las Figuras 1 a 5:

- 5 Figura 1. Ejemplo de la curva de viscosidad Brabender utilizada para determinar la inhibición. La viscosidad de control es el perfil Brabender para un almidón con el pH ajustado que no está inhibido térmicamente. La curva de viscosidad inhibida térmicamente no exhibe hidrólisis cuando la viscosidad a 92 °C+15 minutos es mayor que la viscosidad a 92 °C y la viscosidad a 92 °C es mayor de 350 BU para el maíz céreo.
- 10 Figura 2. Tiempo de procesamiento a 165,5 °C como función de la concentración de oxígeno en el espacio libre del recipiente.
- 10 Figura 3. Valor del color Hunter L del material con una viscosidad a 92 °C de 400 BU en una olla Brabender con un pH tamponado de 3.
- Figura 4. Color Hunter L frente a viscosidad Brabender en los experimentos del Ejemplo 1 mostrando el índice reducido de la formación de color en función de la inhibición cuando aumenta la concentración de oxígeno.
- 15 Figura 5. Perfil de viscosidad Brabender para los almidones inhibidos térmicamente con diferentes contenidos de humedad del gas de fluidización.

REIVINDICACIONES

1. Proceso que comprende las etapas de:
 - a) deshidratar un polisacárido a menos de 2% (en p/p) de agua, e
 - b) inhibir térmicamente el polisacárido que tiene menos de 2% (en p/p) de agua en un gas con una concentración de oxígeno eficaz de al menos 6,5 moles/m³ a una temperatura de 100 °C o mayor durante un tiempo suficiente para inhibir el polisacárido, en donde el polisacárido se selecciona de almidones, ingredientes que contienen almidones, materiales derivados de almidones, gomas, materiales derivados de las gomas y mezclas de los mismos.
- 5 2. Proceso según la reivindicación 1, en el que la concentración efectiva de oxígeno se logra mediante el aumento de la presión del gas por encima de la ambiente durante la etapa de inhibición térmica.
- 10 3. Proceso según la reivindicación 1 o 2, en el que la concentración efectiva de oxígeno se logra aumentando el porcentaje del contenido de oxígeno del gas.
4. Proceso según la reivindicación 3, en el que la concentración efectiva de oxígeno es de al menos 9 moles/m³.
- 15 5. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que el gas tiene una temperatura de punto de rocío de menos de -15 °C.
6. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la etapa de deshidratación se lleva a cabo bajo una temperatura y presión elevadas.
7. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la deshidratación se lleva a cabo al vacío.
- 20 8. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que al menos parte de la inhibición térmica se produce durante la etapa de deshidratación.
9. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la etapa de deshidratación y la etapa de inhibición térmica, se llevan a cabo en diferentes aparatos o en el mismo aparato.
10. Proceso según la reivindicación 9, en el que al menos un aparato es un reactor de lecho fluidizado.
- 25 11. Proceso según la reivindicación 10, en el que el aparato es un reactor de lecho fluidizado.
12. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el polisacárido es un almidón.
13. Proceso según una cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que el polisacárido es una goma o una harina.
14. Composición obtenible por una cualquiera de las reivindicaciones 1-13.
- 30 15. Composición según la reivindicación 14, en el que la composición tiene un color Hunter L, determinado según el método en la página 18, líneas 3 a 10 de la memoria, de al menos 0,5 unidades mayor que una composición producida mediante el mismo proceso con una concentración efectiva de oxígeno de menos de 6,5 moles/m³ o tiene un color Hunter L de no más de 7 unidades menos que el polisacárido antes de la inhibición térmica.

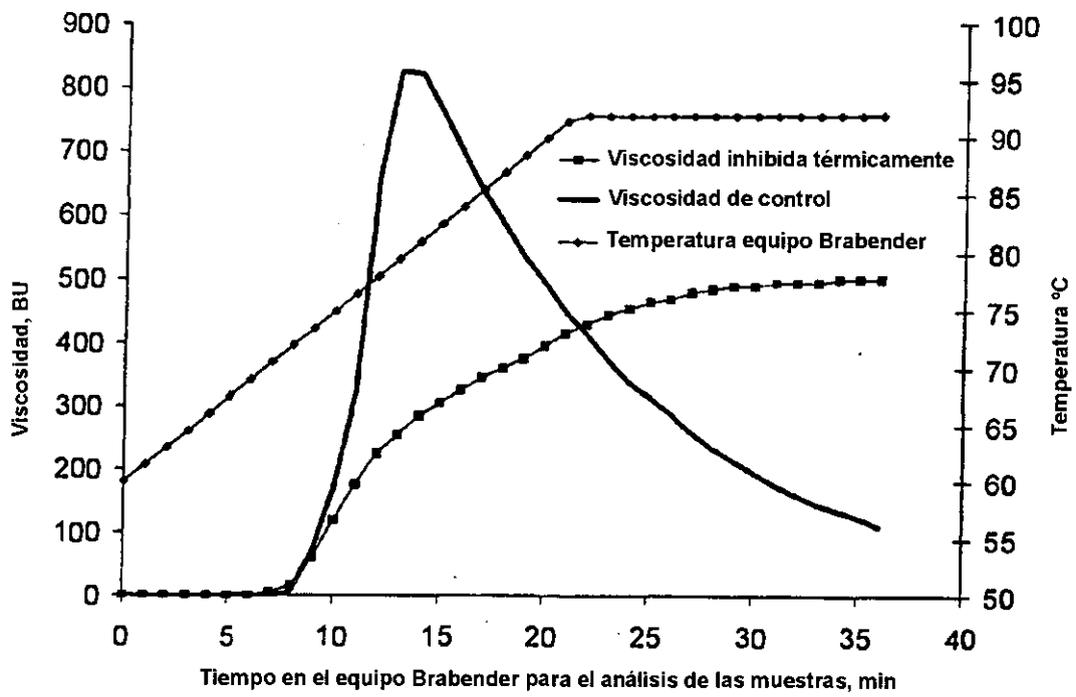


Figura 1

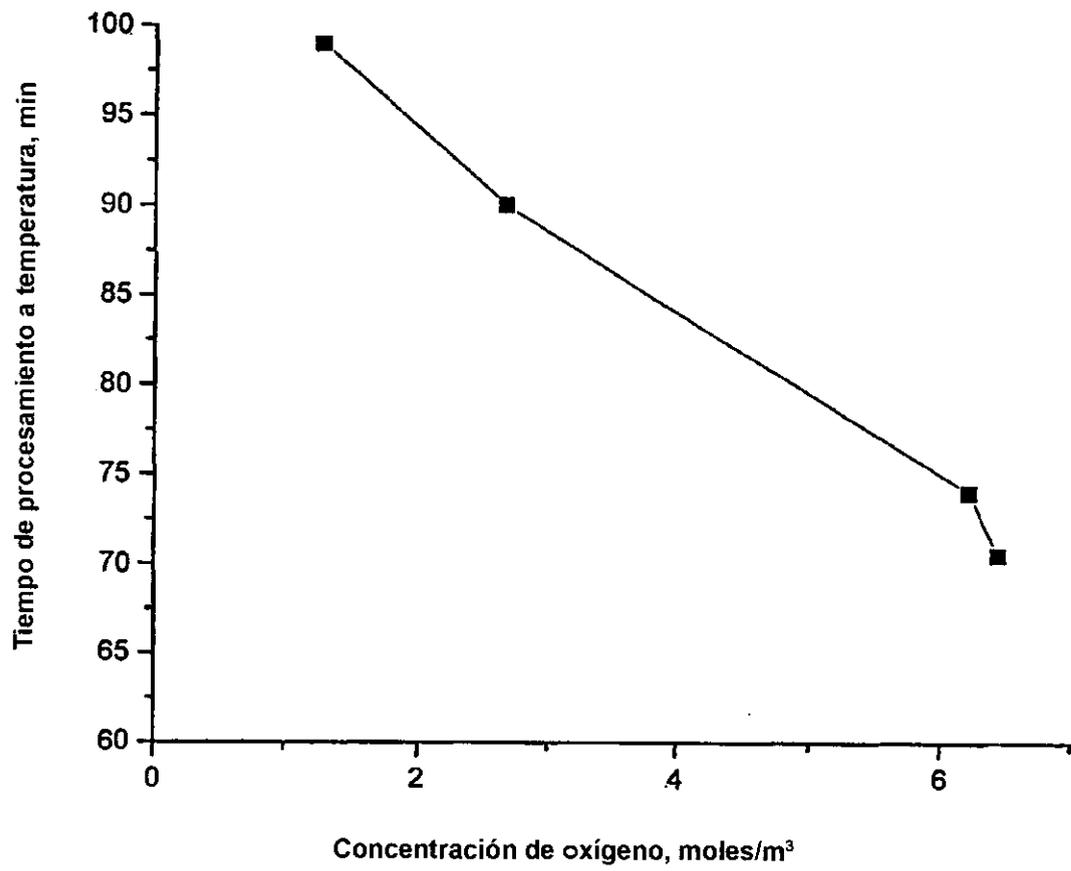


Figura 2

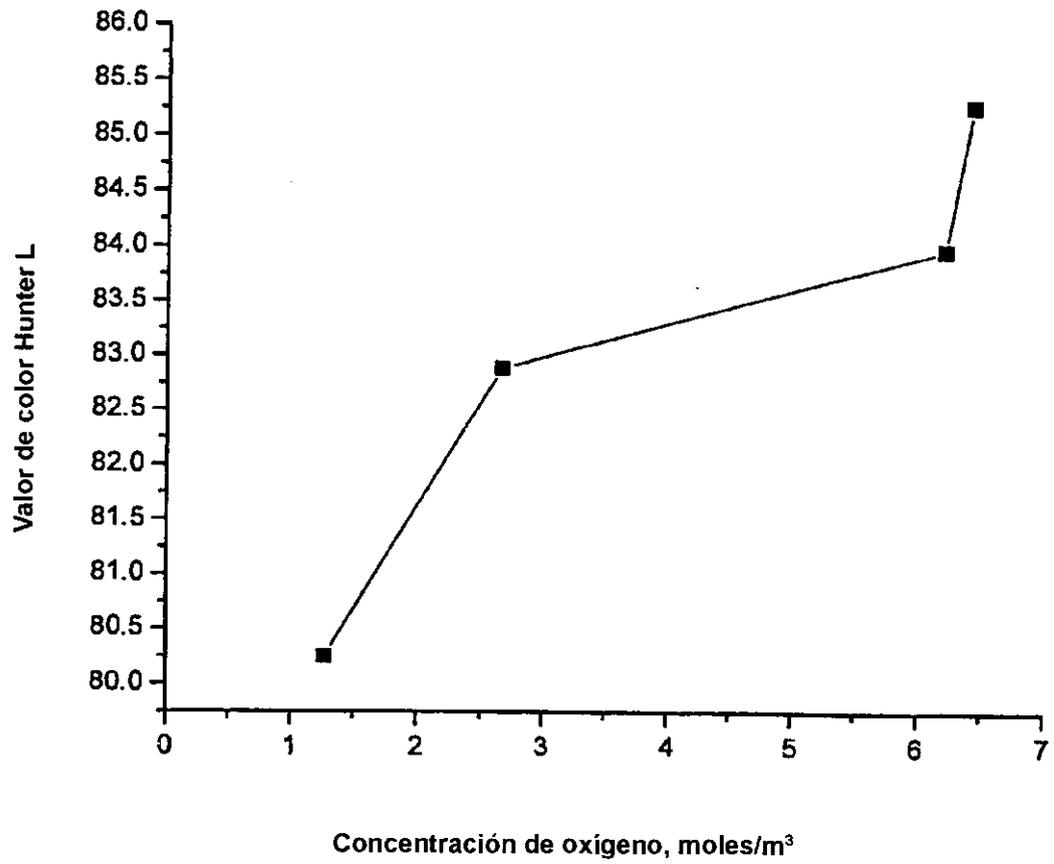


Figura 3

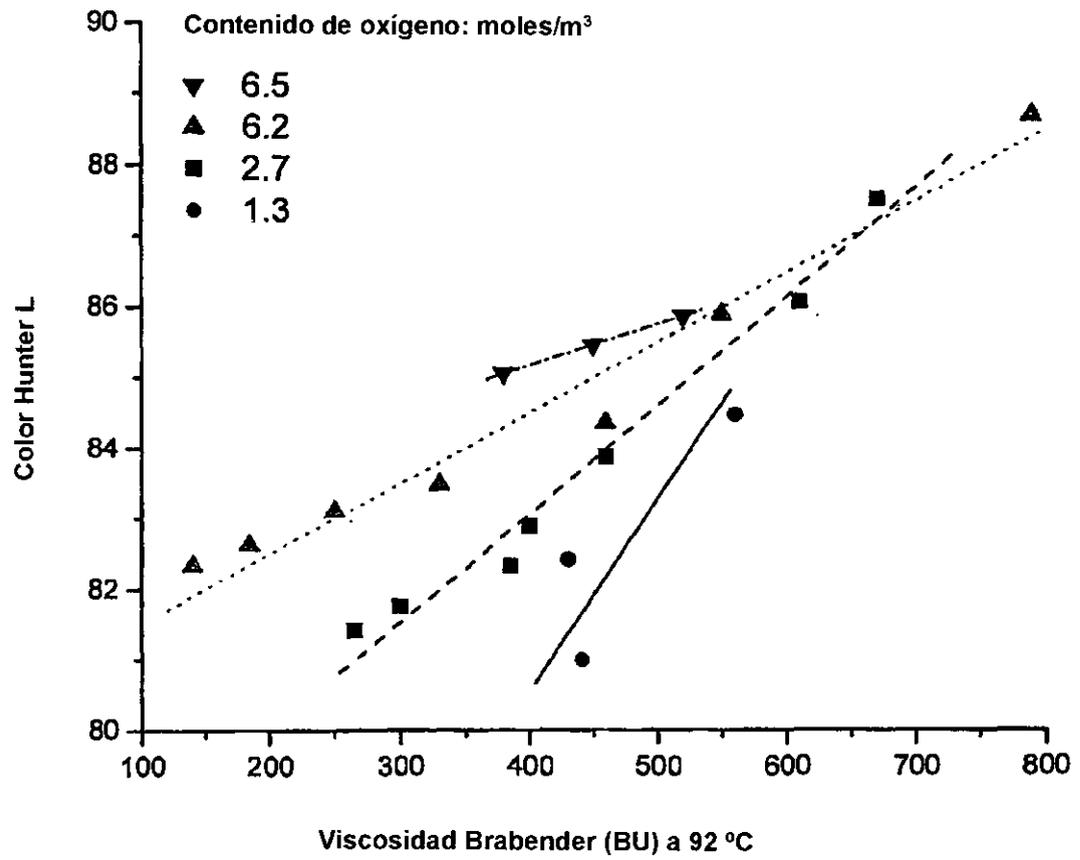


Figura 4

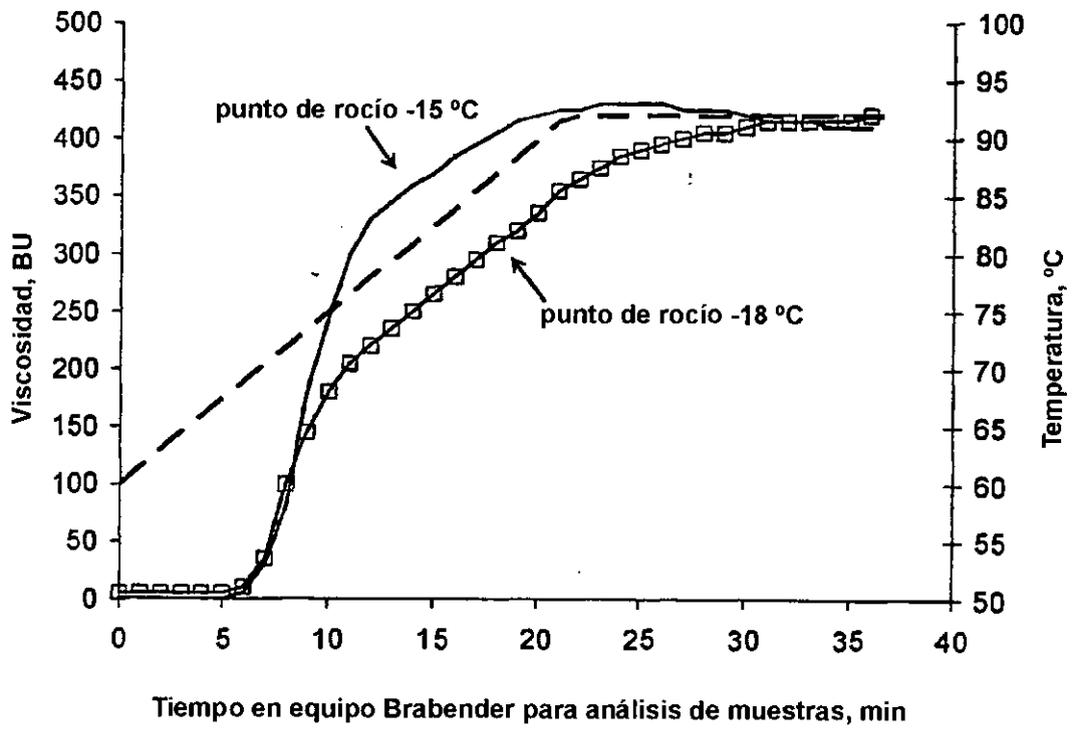


Figura 5