

Clarke, Modet & C^o

COLOMBIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 11-000459- -00003-0000

Fecha: 2013-07-26 14:52:26 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 523 RESPUESTA Folios: 24

P-2731

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E. S. D.

Ref.: Expediente No. 11.000.459

Solicitud de Patente a nombre de **PROMOTORA DE INNOVACIÓN
EN BIOTECNOLOGIA S.A.S PROMITEC SANTANDER S.A.S**

Yo, SILVANA MARIA LOPEZ DÍAZ obrando como apoderada sustituta de acuerdo con la sustitución adjunta e identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Cra. 11 No. 86-53 Piso 6, obrando como apoderada de la sociedad **PROMOTORA DE INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGIA S.A.S PROMITEC SANTANDER S.A.S** domiciliada en Bucaramanga, Santander, Colombia, solicitante de la patente de la referencia, en respuesta al oficio No. 8002 notificado por fijación en lista el 7 de mayo de 2013, me permito manifestar lo siguiente:

1. Con fundamento en la facultad que confiere el artículo 34 de la Decisión 486 al solicitante para modificar la solicitud de patente en cualquier momento del trámite, presento junto con este memorial de nuevo la memoria descriptiva y las reivindicaciones donde se realizaron los siguientes cambios:

En la descripción:

De acuerdo con la amable sugerencia del señor Examinador, se deja el título: "PROCESO CON ADICIÓN DOSIFICADA DE MATERIA PRIMA Y ENZIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE MALTO DEXTRINAS Y JARABES DE GLUCOSA ALTAMENTE CONCENTRADOS A PARTIR DE ALMIDONES".

En las Reivindicaciones:

Se cancelaros todos los términos objetados por el señor examinador, como "sustancialmente", "opcionalmente" y "relación enzima almidón"

Estas modificaciones se realizan con el fin de superar las objeciones de claridad y novedad planteadas por el señor examinador en su concepto técnico y no implican ampliación alguna de la materia objeto inicialmente presentada. En este

sentido, nos permitimos decir que no se presenta tasa adicional dado que el nuevo capítulo reivindicatorio corresponde al mismo originalmente presentado y contiene menos de 10 reivindicaciones.

2. Claridad de la solicitud

2.1 Reivindicaciones

En cuanto al pliego reivindicatorio, el señor examinador indica que en las reivindicaciones 4, 6 y 7 los términos "*para lograr el ED deseado*", "**para lograr malta dextrinas**" y "*para alcanzar jarabes*", *están definidas por el resultado a alcanzar y no por sus características esenciales, es así que no se pueden aceptar, ya que equivaldría a definir el problema técnico a resolver; y el alcance de estas reivindicaciones incluirá todas las alternativas presentes o futuras que lleguen a ese resultado.*"

Adicionalmente, indica que: "*Los términos: "al menos", "opcionalmente", en la reivindicación 1, son imprecisos, por lo cual no permite distinguir la invención del estado de la técnica. Se sugiere sustituirlo por un término preciso o un rango concreto.*"

"En la reivindicación 8, la expresión "sustancialmente" precediendo una característica no es limitativo, porque hace opcional a la característica y no limita el alcance de la reivindicación. Se sugiere incluir las características opcionales o preferentes en una reivindicación dependiente"

"En la reivindicación 4, "la relación enzima/almidón", no está sustentada en la reivindicación 3, es decir esta característica y su valor no aparece en la reiv. 3."

"En la reivindicación 8 el compuesto solamente está caracterizado por características cualitativas de pureza. Se sugiere definirlo por sus características esenciales, estructurales o funcionales."

En este sentido, nos permitimos decir que con el nuevo juego de reivindicaciones con los cambios en la redacción, quedan cabalmente superadas las objeciones de claridad planteadas por el señor examinador en cuanto a la claridad de la solicitud.

3. Novedad y Nivel inventivo

Dado que el señor examinador ha indicado que no se ha encontrado documento alguno que anticipe el objeto de la presente invención, y dado que se ha atendido cabalmente las objeciones presentadas en su concepto técnico, atentamente solicitamos se conceda el privilegio de patente de invención a la solicitud en estudio o si el examinador considera que subsisten razones para objetar la presente invención ruego expedir otro examen de fondo con los debidos motivos y razones que sustenten su objeción con el fin de que mi mandante tenga la posibilidad de exponer sus argumentos con base en la interpretación de los artículos 45 de la Decisión 486 -el cual otorga la facultad al examinador para emitir los exámenes de fondo-, 35 y 59 del Código Contencioso Administrativo que señala que: "*habiéndose dado oportunidad a los interesados para expresar sus opiniones, y con base en las pruebas e informes disponibles, se tomará la decisión que será motivada al menos en forma sumaria si afecta a particulares*" y "*(..) deberá proferirse la decisión definitiva. Esta se motivará en sus aspectos de hecho y de derecho, y en los de conveniencia si es el caso*", respectivamente (El subrayado es nuestro).

En consecuencia, solicitamos a ese despacho pronunciarse en relación con todos los argumentos presentados en este memorial dando estricta aplicación al principio del debido proceso consagrado en el artículo 29 de la Constitución Nacional

Señor Superintendente,



SILVANA MARIA LÓPEZ DÍAZ

C.C. 22468787 de Barranquilla

T.P 147463 del CSJ

notificaciones@clarkemodet.com.co

P-2731

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E.

S.

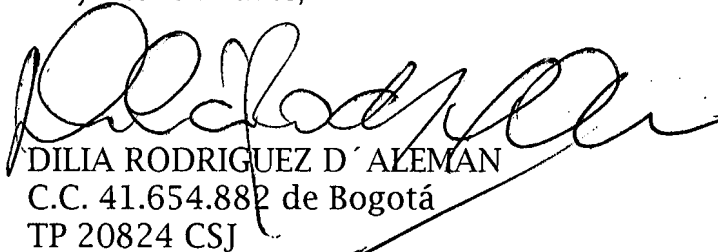
D

Ref.: Expediente No. 11-000.459

Solicitud de Patente a nombre de **PROMOTORA DE INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA S.A.S. PROMITEC SANTANDER S.A.S**

Yo, **DILIA RODRÍGUEZ D' ALEMAN**, identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en la Carrera 11 No. 86-53 Piso 6, Edificio Segovia Bogotá, Colombia, atentamente informo a usted que sustituyo el poder con que obro a la doctora **CAROLINA DAZA MONTALVO**, domiciliada en Bogotá, identificada con la Cédula de Ciudadanía No. 66.783.790 y portadora de la tarjeta profesional No. 141.563 del CSJ, con las mismas facultades con que me fueron conferidas para este caso.

Muy atentamente,



DILIA RODRIGUEZ D' ALEMAN
C.C. 41.654.882 de Bogotá
TP 20824 CSJ

Acepto sustitución



CAROLINA DAZA MONTALVO
C.C. No. 66.783.790
TP 141.563 CSJ

PRESENTACION PERSONAL

El anterior escrito fue presentado ante el
NOTARIO ONCE DEL CIRCULO DE BOGOTA, D.C.
personalmente por **DILIA RODRIGUEZ D'ALEMAN**

quien exhibió la c.c. **41.654.882** de **BOGOTA**
y Tarjeta Profesional No. **20824** C.S.J.

Fecha

18 JUN 2013

Guillermo Chávez Crisanchó
NOTARIO



Clarke, Modet & C°

COLOMBIA

P-2731

Señores

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

DIVISION DE NUEVAS CREACIONES

E.

S.

D

Ref.: Expediente No. 11-000.459

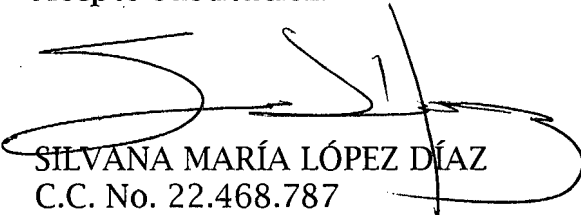
Solicitud de Patente a nombre de **PROMOTORA DE INNOVACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA S.A.S. PROMITEC SANTANDER S.A.S**

Yo, **CAROLINA DAZA MONTALVO**, identificada como aparece al pie de mi firma, domiciliada en Bogotá,, atentamente informo a usted que sustituyo el poder con que obro a la doctora **SILVANA MARÍA LÓPEZ DÍAZ**, domiciliada en Bogotá, identificada con la Cédula de Ciudadanía No. 22.468.787 y portadora de la tarjeta profesional No. 147.463 del CSJ, con las mismas facultades con que me fueron conferidas para este caso.

Muy atentamente,


CAROLINA DAZA MONTALVO
C.C. 66.783.790 de Palmira Valle
TP 141563 CSJ

Acepto sustitución


SILVANA MARÍA LÓPEZ DÍAZ
C.C. No. 22.468.787
TP 147463 CSJ

T

PRESENTACION PERSONAL

El anterior escrito fue presentado ante el
NOTARIO ONCE DEL CIRCULO DE BOGOTA, D.C.

personalmente por:

quien exhibió la c.c.

y Tarjeta Profesional No.

Fecha

Carolina

Dato Montalvo

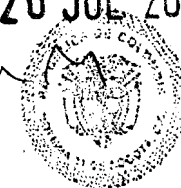
66783790

termina

141063

C.S.J. 26 JUL 2013

Carolina Oga



Guillermo Chávez Cristancho
NOTARIO
CIRCULO DE BOGOTÁ, D.C.
Guillermo Chávez Cristancho
NOTARIA 11 DEL CIRCULO DE BOGOTA, D.C.

**PROCESO CON ADICIÓN DOSIFICADA DE MATERIA PRIMA Y
ENZIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE MALTO DEXTRINAS Y
JARABES DE GLUCOSA ALTAMENTE CONCENTRADOS A
PARTIR DE ALMIDONES**

5

RESUMEN

La presente invención comprende un proceso aplicable a reactores por lotes (*batch*) o en continuo (*Multistage Continuous Reactor*), para la producción de edulcorantes (malto dextrinas y jarabes de glucosa), utilizando como materia
10 prima almidón, mediante licuefacción y sacarificación enzimáticas, purificación por filtración y evaporación, calentamiento y agitación en las etapas del proceso y mantenimiento de condiciones específicas de concentración de sustrato, temperatura, concentración de enzima respecto al sustrato y pH. Los rangos de temperatura para la realización de los procesos enzimáticos en las diferentes
15 etapas de producción de cada producto, se encuentran entre 55°C y 95°C. En esta invención las etapas de la hidrólisis del almidón, conocidas como gelatinización y licuefacción, se desarrollan simultáneamente cargando almidón (entre 6% y 70% p/p) en diferentes momentos, es decir la licuefacción de la materia prima se lleva a cabo de manera gradual antes de la etapa de
20 sacarificación con el fin de alcanzar conversiones y concentraciones hasta del 70% de sólidos solubles en el producto, sin que se presenten incrementos dramáticos en la viscosidad de la suspensión de almidón pre-gelatinizado o sin que se manifiesten subproductos indeseados (almidón retrogradado). Los jarabes obtenidos por este método son comercialmente viables y se logra un Equivalente
25 de Dextrosa (ED) hasta de 60 en 260 minutos.

SECTOR TECNOLÓGICO

Esta invención está relacionada con procesos de producción de malto dextrinas y glucosa a partir de almidones de diferentes fuentes vegetales. Estos procesos utilizan enzimas características como la α -amilasa y glucoamilasa, entre otras.

Específicamente se utiliza α -amilasa para la licuefacción del almidón y producción de maltodextrina.

ESTADO DE LA TÉCNICA

- 5 La patente de CPC International Inc. de número de publicación FR2304675A1 (Proceso para producir levulosa (fructosa) de un almidón granular) presenta un proceso para la conversión completa de almidón a fructosa. Este proceso se realiza mezclando almidón en agua, una α -amilasa bacterial junto con glucoamilasa y glucosa isomerasa, con un pH entre 5 y 7 y a una temperatura
10 entre 40°C y 70°C en la cual el almidón no comienza a gelatinizar. El proceso se mantiene hasta que se obtiene un hidrolizado soluble mientras que el almidón residual se encuentra en forma no gelatinizada. Las enzimas utilizadas actúan sinérgicamente. La suspensión acuosa de almidón preferiblemente tiene un contenido de sólidos entre el 10% y el 70%. El almidón solubilizado contiene una
15 dextrosa equivalente (ED) entre el 90% y el 95%. El almidón que no reacciona es reciclado al proceso enzimático.

- Las principales diferencias consisten en que en el proceso de la patente FR2304675A1 las etapas de gelatinización, licuefacción, sacarificación e
20 isomerización ocurren simultáneamente, pues específicamente en este proceso las enzimas se adicionan simultáneamente y funcionan sinérgicamente, así la licuefacción no presenta al menos dos etapas de adición de materia prima y enzima con las cuales se reduce el tiempo de reacción y tampoco se observan los procesos intermedios característicos de la presente invención en la cual las etapas
25 de gelatinización y licuefacción son simultáneas, además durante la etapa de licuefacción se realizan dos o más adiciones de materia prima y enzima antes de la etapa de sacarificación, es decir las etapas de licuefacción y sacarificación son independientes, y en ese orden.

En la presente invención, después de las etapas de gelatinización-licuefacción, el almidón solubilizado es cercano al 98%. Respecto al proceso de la patente FR2304675A1, la presente invención es novedosa, debido a que comprende un proceso de licuefacción con adición dosificada de materia prima y enzima que disminuye el tiempo de reacción, evita la formación de sedimentos o retrogradación del almidón y mejora la reactividad de la enzima hacia el almidón, lo cual incrementa la productividad respecto a un proceso de licuefacción con una sola dosificación de adición de materia prima y enzima, y se obtienen jarabes concentrados que requieren menos procesos de concentración y purificación para ser comercialmente viables.

De lo reportado en la patente FR2304675A1, con respecto a las actividades enzimáticas, de la α -amilasa, glucoamilasa y glucosa isomerasa, de 1 a 25 U/g de almidón, 0,1 a 5 U/g de almidón y 0,1 a 20 U/g de almidón, respectivamente, el tiempo estará definido por la actividad de la glucoamilasa. Comparadas estas actividades con las de la presente invención, (35.000 UI/g de enzima, 312.202 UI/g) se concluye que a pesar de que las etapas de gelatinización y licuefacción son simultáneas, y las de sacarificación e isomerización son independientes, el tiempo para transformar el almidón a dextrinas y glucosa es mucho menor.

20

La patente US4612284A (Proceso para la hidrólisis enzimática del almidón granulado no gelatinizado directamente a glucosa) describe un proceso para la hidrólisis enzimática de almidón granular no gelatinizado directamente a glucosa y malto dextrinas. El proceso consiste en una hidrólisis parcial de una suspensión de almidón granular no gelatinizado a una temperatura entre 50°C y 65°C que es inferior a la temperatura de gelatinización del material de almidón granular. El almidón se pone en contacto con un sistema enzimático capaz de hidrolizarlo en una forma granular no gelatinizada directamente a glucosa, dicha enzima es empleada en una cantidad tal que, bajo las condiciones de proceso, la hidrólisis realizada es parcial hasta glucosa del material de almidón, sin lograr su hidrólisis total. Igualmente todos los ácidos grasos y proteínas atrapados en el almidón son

liberados del almidón hidrolizado para ser absorbidos por parte del almidón no gelatinizado. Este paso facilita la obtención y purificación de la glucosa. El material de almidón granular no hidrolizado con proteína o ácidos grasos absorbidos se cocina a 80°C y posteriormente es sometido a hidrólisis para producir malto dextrinas. Finalmente se realiza la separación de las malto dextrinas liberadas durante la hidrólisis a 80°C.

Las principales diferencias se refieren a que el proceso de la patente US4612284A tiene etapas diferentes a las reportadas en la presente invención. Específicamente, las enzimas se adicionan conjuntamente y se tiene un paso de absorción de proteínas y ácidos grasos sobre almidón no hidrolizado, el cual posteriormente es utilizado para la producción de malto dextrinas.

En la patente US4612284A la materia prima, el almidón, tiene un alto contenido de grasas y proteínas, las cuales son tratadas mediante un proceso de cocción y tratamiento enzimático mientras que en la presente invención este material, no soluble en el hidrolizado de almidón, es retirado por filtración.

Adicionalmente, la patente US4612284A reivindica principalmente el aprovechamiento del almidón que no es hidrolizado porque las grasas y proteínas presentes lo recubren e impiden el ataque enzimático, entonces en una etapa adicional a altas temperaturas y un tiempo adicional de proceso liberan el almidón atrapado y lo hidrolizan hasta azúcares. En la presente invención este material solo representa máximo del 2% p/p de la materia prima y es retirado por filtración, secado, y es utilizado en alimentación animal.

En la patente US4612284A reportan un tiempo de hidrólisis de almidón (para ED 25) entre 24 y 96 horas, mientras que en la presente invención para alcanzar una conversión de ED de 50, se requieren menos de 2 horas.

- Respecto a la patente US4612284A, la presente invención es novedosa, debido a que se hacen múltiples adiciones de materia prima y enzima durante la etapa de licuefacción lo que disminuye el tiempo de reacción e incrementa la eficiencia del proceso, con mejoras en el tiempo de contacto enzima/almidón incrementando la productividad. Tampoco se observa que el proceso de la patente US4612284A esté enfocado a evitar el aumento de viscosidad mediante dos o más etapas de adición de materia prima y enzima durante la licuefacción, como si se realiza en la presente invención.
- 10 El documento de la publicación de la solicitud de patente WO2004007739A1 propone que a partir de yuca entera lavada se produzca malto dextrina, glucosa, maltosa y dextrosa, mediante un proceso en el cual las porciones cortadas, lavadas y secadas de yuca son llevadas a sacarificación, con elementos mecánicos de modo que la ralladura y pulverización de una mezcla acuosa en suspensión se
15 lleva a cabo en reactores en donde por la adición de enzimas y/o ácidos y dentro de valores térmicos y de acidez en el pH de dichos licores se van obteniendo los productos mencionados en un alto grado de rendimiento y economía respecto a los sistemas industrializados actuales. Para producir las malto dextrinas la suspensión es hidrolizada hasta dextrosa equivalente (ED) de 15, usando ácido
20 clorhídrico al 35% entre 100°C y 115°C. La mezcla de reacción es ajustada a pH 6-7, enfriada entre 80°C y 85°C y agitada entre 1 y 3 horas en la presencia de α -amilasa. Las condiciones preferidas para la formación de otros productos son para glucosa, tratamiento con α -amilasa en pH entre 6 y 6,5 y luego amiloglucosidasa en un pH 4,2; para maltosa, el tratamiento con α -amilasa en un
25 pH 7 y luego con una α -amilasa de un hongo de pH entre 4,8 y 5,4 y para dextrosa el tratamiento con α -amilasa en un pH 6,5 y luego con α -amilasa en un pH 6.

Las diferencias se refieren a que el proceso de la patente WO2004007739A1 tiene
30 otras etapas. Específicamente en este proceso la producción de malto dextrinas se hace en una sola etapa y el proceso de purificación incluye un paso con

intercambio iónico. Específicamente en ese proceso la producción de malto dextrinas se hace con ácido inorgánico y no a través de un proceso enzimático (con α -amilasa) como en la presente invención.

- 5 Respecto a la invención del documento WO2004007739A1, la presente invención es novedosa, pues contiene un proceso con múltiples adiciones de materia prima y enzima durante la etapa de licuefacción enzimática, lo que disminuye el tiempo de reacción e incrementa la eficiencia del proceso y mejora el tiempo de contacto enzima/almidón incrementando la productividad. La
- 10 publicación WO2004007739A1 reporta que para obtener un ED de 15 se requieren 10 horas con tratamiento enzimático (resaltando que previamente fue tratado con ácido inorgánico) y tampoco se observa que el proceso esté enfocado a evitar el aumento de viscosidad del proceso a través de la realización de dos o más adiciones de materia prima y enzima durante la etapa de licuefacción
- 15 controlando la temperatura y la actividad de las enzimas.

El documento de patente CN101696437A de la China, describe un proceso de manufactura de maltodextrina a partir de arroz que comprende los pasos de inmersión, formación de pulpa hasta llevar la concentración entre 15 -16 grados

20 Be (28 a 30°Brix), posteriormente se realiza la licuefacción enzimática con remoción de residuos, finalmente se neutraliza y filtra. El proceso de hidrólisis se realiza con α -amilasa. El filtrado se pasa por una resina de intercambio iónico, se concentra y seca para empaque. Este proceso supera las desventajas en la producción de malto dextrinas provenientes de maíz y yuca ya que el manejo

25 inicial del material implica maceración. Esta invención neutraliza y elimina el olor con la incorporación de carbón activado. Finalmente el refinado se hace por intercambio iónico con cierta cantidad de piro sulfito para mejorar la estabilidad del azúcar. Esta invención utiliza un evaporador de película cuádruple y un evaporador estándar para alcanzar la concentración deseada. El producto de

30 malto dextrina es incoloro, con buena fluidez y un alto valor biológico.

- La presente invención puede considerarse novedosa por sobre dicha anterioridad, debido a que presenta un proceso de múltiples adiciones de materia prima y enzima durante la etapa de licuefacción enzimática, lo que disminuye el tiempo de reacción, incrementa la eficiencia del proceso y mejora el tiempo de contacto enzima/almidón incrementando la productividad. Igualmente tampoco se observa que el proceso de la patente CN101696437A esté enfocado a evitar el aumento de viscosidad del proceso a través de la realización de las dos o más adiciones de materia prima durante la etapa de licuefacción controlando la temperatura y la actividad de las enzimas.
- 10 La patente US 4,069,103 describe un proceso para producir dextrosa y dextrinas de productos de almidón que contienen proteínas. Parten de una solución con un contenido de entre 7% y 8.5% de almidón, la licuefacción toma entre 1 y 2 horas y luego se agrega la segunda enzima tomando la hidrólisis 48 horas (sacarificación).
- 15 En general el proceso de la presente invención durante la licuefacción se puede llegar a concentraciones hasta del 70% p/p, requiere menor tiempo, menor consumo de agua, genera menor viscosidad a mayor concentración de almidón y, como consecuencia, se aumenta la productividad del proceso.
- Respecto a la publicación “Producción de jarabes de fructosa por medio de la hidrólisis enzimática del almidón de yuca de las variedades Corpoica M Tai-8 y Corpoica Orense”; Dyna, Vol. 76, Núm. 160, diciembre, 2009, pp. 121-130; Universidad Nacional de Colombia; Salcedo M., Jairo G.; Montes M., Everaldo J.; Pajaro S., Jose L. en el proceso descrito no se menciona cómo la etapa de gelatinización afecta el proceso de producción de jarabes. La licuefacción se realiza en una sola etapa y posteriormente la sacarificación. No explican tampoco cómo se realiza la desactivación de las enzimas, como se describe en la presente invención, porque el no hacerlo trae como consecuencia la inestabilidad de las propiedades de los productos (ED, concentración glucosa).

El objetivo principal de esta publicación es la comparación de almidones de tres variedades de yuca utilizando un proceso reportado en el estado de la técnica.

En vista de la información anterior, es claro que en el estado de la técnica existe la necesidad de contar con un proceso de hidrólisis y licuefacción de almidones que requiera un menor tiempo de reacción y garantice un producto sustancialmente libre de compuestos indeseables generados por la descomposición del almidón.

La presente invención permite incorporar y procesar la materia prima sin tener inconvenientes de reología (viscosidad elevada), adicionalmente el almidón se transforma con mayor eficiencia debido a que el método de múltiples adiciones de materia prima y enzima durante la etapa de licuefacción aprovecha el agua que se libera en una etapa previa por efecto de la enzima al romper los gránulos de almidón gelatinizado, para acondicionar nuevo almidón y dejarlo disponible para el ataque enzimático.

El estado del arte reporta que solo se tienen resultados exitosos (hidrólisis hasta lograr jarabes con ED de 94) hasta una concentración del 30% de sólidos, por lo cual se deduce que la licuefacción se realiza en una sola etapa, mientras que el proceso de múltiples etapas de licuefacción de la presente invención se puede trabajar en concentraciones hasta del 70% p/p de almidón en el mismo tiempo.

FIGURAS

En la figura 1 se muestra el proceso para la obtención de dextrinas y jarabes de glucosa concentrados cuyos detalles se especifican en el ejemplo 2.

DESCRIPCION DE LA INVENCION

El proceso para la producción de maltodextrinas y jarabes de glucosa a partir de almidones está compuesto por las siguientes etapas:

1. Licuefacción

La etapa de licuefacción involucra la hidrólisis parcial del almidón, con la consecuente pérdida de viscosidad. El almidón gelatinizado es literalmente licuado por hidrólisis parciales, mediante enzimas, que producen la destrucción de las cadenas poliméricas del almidón (amilosa y amilopectina) dando lugar a cadenas de menor tamaño. Después de ocurrir la gelatinización puede ocurrir una etapa de gelificación la cual genera subproductos indeseados que desmejoran la calidad del producto y reduce la eficiencia del proceso porque requiere trabajarse un tiempo considerable a altas viscosidades, generando mayores consumos de energía y por ende mayores costos operacionales. Los tiempos de contacto enzima/almidón en la etapa de gelificación para lograr los valores de equivalente de dextrosa (ED) y la duración del proceso general, son muy prolongados afectando la productividad. Por lo anterior, con el proceso de la presente invención se evita la etapa de gelificación.

La etapa de licuefacción del proceso de la presente invención, se realiza de manera gradual, es decir en la presente invención se realizan múltiples adiciones de materia prima y enzima al reactor. En la primera adición se carga agua, almidón y enzima al reactor, en la segunda y posteriores adiciones solo se carga almidón y enzima al reactor. La novedad del proceso se encuentra en la adición dosificada de almidón y enzima al reactor. El proceso comienza precalentando agua a 55°C, se adiciona almidón hasta lograr una concentración entre el 6% y el 35% p/p, se ajusta el pH de 4.5 a 6 utilizando una solución de HCl o NaOH y se adiciona la enzima α -amilasa. Luego, se eleva la temperatura hasta 95°C de manera gradual, con una rampa de calentamiento (entre 1 y 6°C/min) y se deja reaccionar de 5 a 60 minutos, obteniéndose un producto intermedio denominado maltodextrina, cuyo grado equivalente de dextrosa (ED) se encuentra entre 5 y 20, dependiendo del tiempo de reacción mencionado.

Para la segunda y posteriores adiciones de materia prima, primero se baja la temperatura de la solución a 55°C, se ajusta nuevamente el pH (entre 4.5 y 6), se

adiciona almidón y enzima fresca manteniendo la relación enzima/sustrato. El objeto de reducir la temperatura es detener completamente la reacción dentro del reactor antes de agregar una nueva carga de material fresco. Se adiciona almidón para incrementar su concentración hasta el 70% p/p, ya sea con dos o más
 5 adiciones de almidón y enzima fresca. Después de la adición de almidón y enzima fresca, se eleva nuevamente la temperatura hasta 95°C y se deja reaccionar la solución el tiempo necesario hasta alcanzar el ED requerido, dependiendo del producto a fabricar. En esta etapa de licuefacción las moléculas de agua alrededor de los gránulos rompen los enlaces tipo *Van deer Vals* entre las cadenas
 10 poliméricas de almidón en el interior del gránulo y éstos se hinchan aumentando la viscosidad de la suspensión de almidón.

Algunas moléculas cortas de amilosa se disuelven y se difunden fuera de los gránulos, las cuales son inmediatamente hidrolizadas por la enzima; las moléculas más largas de amilosa, que refuerzan la estructura de los gránulos al igual que las
 15 de amilopectina se van liberando, gelatinizando e inmediatamente son hidrolizadas, evitando así el aumento fuerte de la viscosidad como se reporta en la literatura técnica para las suspensiones de almidón gelatinizado. Estos cambios tienen lugar sobre un rango de temperatura que es determinado usando un microscopio de polarización equipado con un sistema de calentamiento y se
 20 reporta como el Rango de Temperatura de Gelatinización.

La enzima de licuefacción es α -amilasa (como por ejemplo la Liquozyme supra 2.2X de Novozyme®), y es empleada a una concentración de 0.40 a 1.5 kg de enzima por tonelada de almidón (relación enzima/sustrato).

La hidrólisis parcial del almidón, denominada licuefacción, es la ruptura de los
 25 enlaces a 1-4 glucosídicos de las cadenas poliméricas de almidón, con la enzima α -amilasa y en presencia de agua, hasta alcanzar equivalentes de dextrosa (ED) inferiores a 20. La hidrólisis parcial del almidón da como resultado la maltodextrina la cual se compone de una mezcla de sacáridos, polisacáridos y oligosacáridos con amplias distribuciones de pesos moleculares. La composición
 30 de los jarabes de malto dextrina se asocia comúnmente al ED, de tal forma que

un ED inferior a 20 se denomina dextrina y un ED superior a 20, y menor de 100, se denomina glucosa.

Lo que se logra con las múltiples adiciones de almidón y enzima es incrementar gradualmente la concentración de sólidos porque sólo se adiciona agua en la primera licuefacción. Para realizar la segunda y posteriores adiciones de almidón y enzima, primero se disminuye la temperatura lo que disminuye la cinética de la hidrólisis al mínimo, es decir, se detiene la licuefacción, seguidamente se adiciona nuevo almidón y enzima fresca y se ajustan nuevamente las condiciones para continuar con la licuefacción, es decir, se aumenta la temperatura hasta 95°C, se ajusta pH y se deja el tiempo requerido de reacción hasta lograr el ED deseado. En esta etapa se concentra el hidrolizado porque no se adicionó agua pero sí almidón, además las dextrinas producto de la etapa inicial también son hidrolizadas en la segunda reacción porque en sus moléculas hay presencia de enlaces α 1-4 glucosídicos. Si se desea, se pueden hacer más de dos adiciones dosificadas de materia prima hasta alcanzar un contenido de sólidos de 70% dentro del reactor.

La ventaja de adicionar el almidón y la enzima de manera gradual es debido a que se puede hidrolizar la mayor cantidad de almidón posible (cerca al 70% p/p); es decir se tiene un hidrolizado al que, dependiendo de las aplicaciones, no es necesario retirarle el exceso de agua en etapas posteriores de concentración lo cual implica una mayor demanda de energía, uso de equipos, y procesos físicos de separación. La hidrólisis descrita anteriormente se puede hacer, por ejemplo en reactores por lotes (*Multiple Batch Reactor*) y/o reactores de flujo continuos (*Multistage Continuous Reactor*, "Submarine") modificados para que alguna etapa del reactor permita la modificación de la temperatura, y en otra la adición de almidón y enzima.

En la presente invención se realizó además una mejora en el proceso de desactivación de las enzimas, pues en la literatura se encuentra que se debe bajar el pH por debajo de 2, dejar 10 minutos y subir nuevamente el pH al valor previo (entre 4.5 y 6) pero este procedimiento no desactiva completamente la enzima. La

mejora consiste en que la enzima es desactivada totalmente a pH inferior a 3 durante 40 minutos a 95°C, garantizando que no haya más hidrólisis del almidón y por tanto, las propiedades físico químicas del producto son constantes en el tiempo. Esto se ha probado para almidones de diferentes proveedores.

5

El tiempo de contacto enzima/almidón, en la etapa de licuefacción, reportado en la literatura técnica partiendo de suspensiones agua almidón al 30% p/v, que es de 100 minutos, es mejorado dramáticamente en la presente invención, reduciéndose a 30 minutos. Cuando se gelatiniza el almidón, la suspensión
10 aumenta la viscosidad, pero bajo las condiciones de esta invención el almidón se va gelatinizando e inmediatamente comienza a hidrolizarse impidiendo que aumente la viscosidad, facilitando la interacción enzima-almidón disminuyendo así el tiempo de esta etapa.

15 En el estado de la técnica en la etapa de licuefacción con diferentes α -amilasas para lograr jarabes licuados con un ED entre 4 y 8, se requieren 60 minutos de contacto con la enzima, mientras que con el proceso de esta invención, para lograr ese rango de ED, se requieren entre 15 y 25 minutos. Esto representa una disminución a menos de la mitad del tiempo con el consiguiente ahorro de
20 energía y aumento de la productividad.

2. Sacarificación

Cuando lo que se desea es la obtención de jarabe de glucosa, se incluye al final del proceso anterior, una etapa de sacarificación, en la cual se adiciona a la
25 solución de la etapa anterior la enzima glucoamilasa en una concentración de 0.8 a 1.5 g/Kg de sustrato. La reacción es llevada a cabo a un pH entre de 4 y 6 y a una temperatura entre 50°C y 65°C alcanzando un ED entre 40 y 60 en un tiempo entre 90 y 120 minutos de reacción.

Una vez transcurrido el tiempo requerido de reacción, la enzima glucoamilasa es
30 desactivada calentando la solución hasta 95°C durante 40 minutos.

Los procesos enzimáticos para la producción de glucosa requieren de una etapa de sacarificación después de la licuefacción del almidón. Esta etapa se efectúa con una enzima conocida como amiloglucosidasa o glucoamilasa, de origen microbiano, la cual tiene la característica de ser una exoamilasa que libera glucosa
 5 fundamentalmente de enlaces α 1-4 del almidón pero también de enlaces α 1-6, aunque a una velocidad inferior, lo que permite hidrolizar las dextrinas.

Las enzimas α -amilasa y gluco-amilasa son retiradas de los productos por métodos físicos de separación conocidos, tales como ultrafiltración o centrifugación entre otros.

10 Los jarabes de glucosa son una mezcla entre una solución acuosa de D-glucosa, maltosa y otros oligosacáridos llamados dextrinas. Los jarabes de D-Glucosa vienen comúnmente caracterizados por su equivalente de dextrosa (ED).

EJEMPLOS

Ejemplo 1: Proceso a nivel de laboratorio utilizando dos etapas de adición dosificada de almidón y enzima y posterior sacarificación.
 15

Este ejemplo ilustra el método establecido en la presente invención para producir jarabes de glucosa a partir de almidón (por ejemplo almidón de yuca) a nivel de laboratorio utilizando dos (2) etapas de adición dosificada de materia prima y posterior sacarificación, se inicia el proceso cargando al reactor 370g de agua y
 20 precalentándola hasta 55°C, se adicionan 190 g de almidón (12% p/p de humedad), se ajusta el pH de la suspensión entre 4.5 y 6 mediante la adición de HCl o NaOH, inmediatamente se adicionan la enzima α -amilasa (por ejemplo Liquozyme Supra 2.2X de Novozyme®) entre 0,4 y 1,5 Kg y se eleva la temperatura de la suspensión hasta 95°C con una rampa de calentamiento entre 1
 25 y 6°C/min, se mantiene constante entre 5 y 60 min y con agitación constante a 150 rpm. Luego se enfría hasta 55°C y se adicionan 190 g de almidón, después de homogenizar completamente la suspensión por agitación, se ajusta el pH (si es requerido), se agrega nuevamente enzima α -amilasa con la relación enzima/sustrato descrita anteriormente, se eleva la temperatura nuevamente a

95°C y se mantiene constante dependiendo de los tiempos y relaciones enzima/sustrato, entre 5 y 60 min.

El producto resultante de estas etapas se denomina dextrina y cuenta con las siguientes características: Equivalente de dextrosa (ED) igual a 20, un porcentaje de sólidos disueltos 50 °Brix a 20°C, un porcentaje de glucosa < 1, una densidad de 1.21 g/ml. Para iniciar la sacarificación se baja la temperatura hasta entre 50 y 65°C, se ajusta el pH de la solución entre 4 y 6 mediante adición de HCl 5N o NaOH 5N, se agregan entre 0,8 y 1,5 Kg de enzima por tonelada de sustrato (Por ejemplo Dextrozyme GA 1.5X de Novozyme®) y se mantiene a temperatura y agitación constantes durante 180 min.

Las condiciones generales de licuefacción y sacarificación de almidones se muestran en la tabla 1

Tabla 1: Condiciones generales de licuefacción y sacarificación de almidones

Condiciones de operación	Rango
Concentración de Almidón	6-70%
pH de la suspensión durante la licuefacción	4,5-6,0
pH de la suspensión durante la sacarificación	4,0-6,0
Concentración de alfa amilasa	0,4-1,5 Kg / Ton de almidón (base seca)
Temperatura de licuefacción	55-95 °C
Temperatura de sacarificación	50-65°C
E.D. final	40-60

Ejemplo 2: Aplicación a escala industrial del proceso para producir malto dextrina y jarabe de glucosa, a partir de almidón, por lotes (tipo batch)

Este ejemplo es para tres etapas de adición dosificada de almidón y enzima y posterior sacarificación, para alcanzar una concentración del 60% p/p. Ver Figura 1.

- 5 El proceso se inicia con la primera etapa de licuefacción, cargando el reactor (2) con 361 Kg de agua precalentada a 55 °C y, por medio de un tornillo sin fin (1), con 238 Kg de almidón (12% de humedad). El reactor (2) tipo batch (CSTR Continuous Stirred Tank Reactor) está interconectado con el sistema de filtración (11), centrifugación (7), concentración (12) y secado (13). Este reactor permite
- 10 mantener regímenes de flujo turbulento y se controla la temperatura interna (a través de un serpentín) pasando vapor de caldera (16) o agua de torre de enfriamiento (18).

- Se ajusta el pH de la suspensión entre 4.5 y 6 mediante la adición de HCl o
- 15 NaOH, inmediatamente se adicionan entre 0,4 y 1,5 Kg de enzima α -amilasa/tonelada de almidón y se eleva la temperatura de la suspensión hasta 95°C con una rampa de calentamiento de 1.3 a 1.8°C/min y agitación constante a 500 rpm, la temperatura de reacción se mantiene constante por 30 min. Para la segunda adición, se enfría la suspensión hasta 55°C y se adicionan 238 Kg de
 - 20 almidón. Después de homogenizar completamente la suspensión se ajusta el pH entre 4,5 y 6, se adicionan nuevamente entre 0.4 y 1.5 Kg/tonelada de almidón de enzima α -amilasa y se calienta hasta 95°C. Se mantiene esta temperatura constante durante 30 min para luego volver a enfriar hasta 55°C.

- En la tercera adición, se enfría la suspensión hasta 55°C, se agregan 100 Kg de
- 25 almidón, se ajusta nuevamente el pH entre 4.5 y 6 y se agregan entre 0.4 y 1.5 Kg de enzima α -amilasa/tonelada de almidón , después de homogenizar completamente la suspensión se eleva nuevamente la temperatura a 95°C y se mantiene constante durante 60 min. El producto de esta etapa, denominado maltodextrina, cuenta con las siguientes características: Equivalente de dextrosa
 - 30 (ED) 20, porcentaje de sólidos disueltos 60 °Brix a 20°C, porcentaje de glucosa

< 1, densidad 1.22 g/ml. Este producto, se puede enviar inmediatamente a purificación (7 y/o 11) o directamente a un concentrador (12) o secador tipo spray (13).

Para obtener jarabes de glucosa, el producto de la etapa anterior se enfría hasta
5 60°C y se transporta a los reactores (3 y/o 4), se ajusta nuevamente el pH a 4.5.y
se adiciona entre 0,8 y 1,5 Kg de enzima por Ton de sustrato. . La enzima puede
ser la glucoamilasa Dextrozyme Supra 2.2X de Novozyme ®. Se mantiene
constante la temperatura a 60°C y agitación de 500 rpm por un periodo de 120
min. El producto obtenido cuenta con las características 60°Brix, ED 50 y
10 porcentaje de glucosa < 50% BS.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso por lotes o continuo para la producción de jarabes concentrados de maltodextrina, a partir de la licuefacción de almidones, caracterizado porque comprende una primera etapa en la que se adiciona agua, almidón y enzima al reactor, y una o más etapas de adición dosificada de almidón y enzima posterior a esta primera etapa hasta alcanzar una concentración de almidón de hasta 70% p/p y, una etapa de sacarificación enzimática para producir jarabes concentrados de glucosa.
2. El proceso de la reivindicación 1, caracterizado porque en la primera adición dosificada se mezclan almidón y agua hasta una concentración de entre el 6% y el 35% p/p y se adiciona enzima α -amilasa.
3. El proceso de la reivindicación 2 caracterizado porque tras la primera adición dosificada se eleva la temperatura hasta 95°C y se deja reaccionar de 5 a 60 minutos hasta obtener un ED entre 5 y 20.
4. El proceso de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado porque antes de realizar la segunda y posteriores adiciones dosificadas de almidón y enzima, se baja la temperatura de la solución hasta 55°C, se ajusta nuevamente el pH hasta entre 4.5 y 6, se adiciona una nueva carga almidón y enzima y se eleva nuevamente la temperatura hasta 95°C.
5. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la desactivación de la enzima α -amilasa se realiza a un pH inferior a 3 y a una temperatura de 95°C durante 40 min.
6. El proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se deja reaccionar entre 15 y 25 minutos hasta obtener un ED entre 4 y 8.
7. El proceso de la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa de sacarificación tiene una duración entre 90 y 120 minutos hasta obtener un ED entre 40 y 60.

8. Jarabes de maltodextrina y glucosa obtenidos de acuerdo con el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizados porque dichos jarabes están libres de productos químicos y sin que se manifiesten subproductos indeseados tal como almidón retrogradado.

FIGURA 1

