



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 490**

51 Int. Cl.:
A23L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99954297 .0**

96 Fecha de presentación : **08.10.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **1123012**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.08.2001**

54 Título: **Suspensiones de cereales modificadas enzimáticamente.**

30 Prioridad: **19.10.1998 US 104706 P**
30.10.1998 US 106224 P
29.04.1999 US 302127

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
24.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
24.05.2011

73 Titular/es: **OATLY AB.**
Företagsvägen 42
261 51 Landskrona, SE

72 Inventor/es: **Triantafyllou, Angelika, Oste**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 359 490 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).

DESCRIPCION

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a suspensiones enzimáticas que comprenden preparaciones enzimáticas para la hidrólisis enzimática de almidón de cereal. En otro aspecto, se refiere a métodos de producción de suspensiones de cereal homogéneas y estables preparadas usando las preparaciones enzimáticas.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

Los efectos beneficiosos para la salud de las fibras dietéticas son bien conocidos. En este contexto, ha habido un interés creciente en productos alimentarios preparados a partir de granos tales como avena y cebada.

10 En muchos aspectos, la avena es diferente de otros granos. Tiene mayor contenido de proteína y grasa que cereales comparables, así como un alto contenido de β -glucano.

15 En los últimos años, ha habido un interés creciente por productos alimentarios preparados a partir de avena. La razón principal para esto es que se ha encontrado que las fibras de avena tienen un efecto saludable al reducir el nivel sérico de colesterol de individuos hipercolesterolémicos. Otra razón es que la avena contiene proteína de alto valor alimenticio así como una considerable proporción de grasas mono- y poliinsaturadas. Además, la avena contiene muchos aminoácidos esenciales y minerales.

Una gran ventaja de la avena es que puede usarse el grano entero para preparar diversos productos una vez se ha retirado la cáscara. En la avena, las sustancias más nutritivas se distribuyen bastante uniformemente por todo el grano. En otros granos, las sustancias nutritivas se concentran frecuentemente en partes específicas del grano.

20 Los aspectos nutricionales de los componentes de la avena han incitado la introducción de avena, o partes de la misma, en varios productos alimenticios diferentes. Por ejemplo, la solicitud de patente europea nº 0.577.294 (de R. Jenkins) da a conocer un proceso para la producción de miméticos de grasa y geles termoirreversibles. El proceso implica hidrolizar un cereal tal como avena con una enzima tal como α -amilasa, amiloglicosidasa, celulasa, pululanasa, ciclodextrina glucosiltransferasa o proteasa, o con combinaciones de las mismas. Después de la inactivación de las enzimas, se separa la fracción soluble (fibra dietética y maltodextrinas) de la fracción insoluble.

25 La solicitud de patente europea nº 0.231.729 (de R. Bergkvist y K. Claesson) da a conocer un proceso para la fabricación de productos alimenticios usando sustitutos edulcorantes producidos degradando enzimáticamente cereales de grano entero hasta al menos a nivel oligosacárido. El proceso incluye un tratamiento enzimático de dos etapas en que un tratamiento inicial con α -amilasa es seguido por un tratamiento con β -amilasa. El tratamiento posterior con β -amilasa puede tener lugar en combinación con una enzima de tipo pululanasa. Para reducir la alta viscosidad de la suspensión, se recomienda un pretratamiento usando β -glucanasa antes de, o simultáneamente a, el tratamiento con α -amilasa.

30 La patente de EE.UU. nº 4.996.063 (G.F. Inglett) da a conocer la preparación de composiciones de fibra dietética hidrosolubles tratando productos de avena molida con α -amilasas. La α -amilasa sirve para diluir el almidón de avena, y por tanto puede usarse cualquier α -amilasa. Las composiciones de fibra dietética pulverulentas producidas se usan como aditivos en productos alimenticios tales como sustitutos de grasas.

35 Además, el proceso de hidrólisis enzimática del componente almidón de cereales se da a conocer en la patente de EE.UU. nº 5.686.123 (de L. Lindahl *et al.*), que indica un método para la producción de una suspensión de cereal homogénea y estable que tiene el sabor y el aroma de la avena natural; la patente PCT nº WO 95/27407 (de C. Fitchett y P. Latham) se refiere a un proceso para la preparación de un sustituto de grasa rico en dextrinas usando un tratamiento enzimático de una etapa; la solicitud de patente europea nº 0.097.973 (de R. Horwarth y R. Irbe) da a conocer un método para producir fructosa a partir de glucosa usando almidón principalmente de trigo o maíz y la patente británica nº 1.495.220 (de H. Muller) da a conocer un método multietapa de producción de dextrosa y dextrinas a partir de almidones que contienen proteína y la separación de estos productos de las proteínas y otros subproductos.

40 Existe la necesidad de preparaciones enzimáticas que hidrolicen almidón de cereal de manera más rentable y rápida, produciendo un producto de suspensión de cereal que retenga el sabor y calidades aromáticas del cereal natural y en el que la viscosidad, contenido de β -glucano y azúcar y textura global puedan regularse o modificarse para un producto final preferido.

SUMARIO DE LA INVENCION

50 Con los fines de esta invención, se pretende que los términos y expresiones siguientes que aparecen en la memoria descriptiva y reivindicaciones tengan los siguientes significados:

“Suspensión de cereal preprocesado” como se usa en la presente memoria significa un producto que se ha procesado anteriormente mediante el método dado a conocer en la patente de EE.UU. nº 5.686.123.

“Sustrato de cereal” como se usa en la presente memoria significa una suspensión seleccionada del grupo consistente en suspensión de harina de cereal, suspensión de cereal preprocesado y mezclas de las mismas.

“Suspensión de harina de avena” como se usa en la presente memoria significa una suspensión que comprende harina de avena y/o copos de avena.

5 En consecuencia, es un objeto principal de la presente invención proporcionar una suspensión modificada enzimáticamente que comprende una suspensión de sustrato de cereal y una preparación enzimática para la hidrólisis enzimática de los constituyentes de la suspensión de sustrato de cereal, con la que las propiedades específicas de la suspensión de sustrato de cereal, tales como viscosidad y/o contenido porcentual de azúcar, se modifican mediante tratamiento con combinaciones de hidrolasas e isomerasas.

10 Es otro objeto de la presente invención proporcionar un método eficaz, selectivo y económico para producir una suspensión de cereal que tenga el aroma y/o sabor de los cereales naturales y que tenga la mejora inesperada de regular la viscosidad y/o el contenido de azúcar de la suspensión de cereal mediante el tratamiento con un espectro de nuevas preparaciones enzimáticas.

15 Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar una suspensión de cereal homogénea y estable que tenga el aroma y/o sabor de los cereales naturales y que contenga β -glucanos intactos que son componentes de una suspensión de sustrato de cereal.

Un objeto adicional más de la presente invención es proporcionar un método para preparar una suspensión de cereal homogénea y estable que tenga el aroma y sabor de los cereales naturales y que contenga β -glucanos intactos.

20 Todos los objetos anteriores pueden lograrse mediante una suspensión modificada enzimáticamente que comprende una suspensión de sustrato de cereal y una preparación enzimática para la hidrólisis enzimática de los constituyentes de la suspensión de sustrato de cereal. La preparación enzimática comprende al menos dos hidrolasas con la capacidad de hidrolizar enlaces α -glucosídicos de los constituyentes de una suspensión de sustrato de cereal, y opcionalmente, combinar la al menos una hidrolasa con una isomerasa. Los constituyentes pueden incluir amilosa, amilopeptina, maltodextrinas, maltosa, maltotriosa y una mezcla de los mismos. Más específicamente, los objetos anteriores pueden lograrse mediante una suspensión modificada enzimáticamente que comprende una suspensión de sustrato de cereal y una preparación enzimática, en la que la preparación enzimática comprende las hidrolasas que tienen la capacidad de hidrolizar enlaces α -glucosídicos de constituyentes de una suspensión de sustrato de cereal. Se prefiere que la preparación enzimática no tenga actividad glucanasa y/o proteinasa. Las hidrolasas usadas consisten en β -amilasa y α -amilasa. Ambas β -amilasa y α -amilasa se combinan simultáneamente en la suspensión de sustrato de cereal. Además de las hidrolasas anteriormente identificadas, las preparaciones enzimáticas de la presente invención pueden comprender adicionalmente una isomerasa, por ejemplo, glucosa isomerasa.

Las preparaciones enzimáticas anteriormente discutidas pueden utilizarse para producir una suspensión de cereal homogénea y estable mejorada que tiene el aroma y sabor de los cereales naturales y que contiene β -glucanos intactos, estando preparada la suspensión de cereal mejorada mediante el método que comprende las etapas de:

35 a) proporcionar una suspensión de sustrato de cereal;

b) tratar la suspensión de sustrato de cereal de la etapa (a) con una preparación enzimática como se discute anteriormente, a saber, una preparación enzimática para la hidrólisis enzimática de un almidón de cereal en la suspensión, que comprende al menos dos enzimas hidrolasas que tienen la capacidad de hidrolizar enlaces α -glucosídicos. La hidrolasa α -glucosídica se selecciona del grupo consistente en β -amilasa y α -amilasa, con la condición de que la preparación enzimática comprenda una mezcla de las mismas. Las enzimas se introducen simultáneamente en la suspensión de sustrato de cereal.

45 En consecuencia, el objeto principal de esta invención es proporcionar una suspensión de cereal de avena modificada enzimáticamente y el método de su preparación. La suspensión de cereal de avena tendrá el aroma y/o sabor de los cereales naturales y contendrá unidades de maltosa y maltodextrina, β -glucanos intactos y proteínas. El método de preparación de la suspensión de cereal de avena modificada incluye hidrolizar la suspensión de cereal de avena con una composición enzimática consistente en α -amilasa y β -amilasa. Esta composición está libre tanto de actividad glucanasa como proteinasa. Además, la introducción simultánea de α -amilasa y β -amilasa proporciona un medio para predeterminar las viscosidades de la suspensión. Si un proceso particular requiere un intervalo de viscosidad de 45 mPa.s a 65 mPa.s, puede prepararse una composición enzimática de cantidades variables de α -amilasa y β -amilasa para producir: (1) ese intervalo de viscosidad, (2) en un periodo de tiempo dado, (3) a una velocidad de cizallamiento dada, en este caso de aproximadamente 700 s⁻¹. Además, la introducción simultánea de α -amilasa y β -amilasa proporciona una hidrólisis enzimática acelerada, la regulación del contenido de azúcar de la suspensión de cereal de avena modificada y el uso de menores cantidades de enzimas que cuando las enzimas se usaban separadamente.

55 El método de preparación de la suspensión de cereal mejorada puede incluir también al menos una etapa de procesamiento de acabado para mejorar la vida de almacenamiento del cereal tal como: retirar las partículas gruesas por centrifugación o decantación, homogeneizar la suspensión tratada enzimáticamente y/o someter el producto a

tratamientos a temperatura ultraalta (UHT) dados a conocer en "Food Engineering and Dairy Technology", H. G. Kessler, Verlay A. Kessler, 1981, capítulo 6, pág. 139-207, cuyos contenidos se incorporan como referencia a la presente memoria. Después del UHT, el producto puede empaquetarse asépticamente. Los procesos adicionales para una vida de almacenamiento mejorada pueden incluir pasteurización y refrigeración hasta el uso; o evaporación y posterior secado por pulverización proporcionando un polvo estable. Preferiblemente, la suspensión tratada enzimáticamente se homogeneiza, se somete a UHT y se envasa asépticamente.

La actividad enzimática puede terminarse o retirarse de la suspensión tratada enzimáticamente antes del procesamiento para una vida de almacenamiento mejorada. Como alternativa, la actividad enzimática puede terminarse durante algunos de los procesos que mejoran la vida de almacenamiento del producto, tales como el proceso UHT.

Opcionalmente, la suspensión tratada enzimáticamente de la etapa (b) puede tratarse secuencialmente con una segunda preparación enzimática que comprende dos enzimas hidrolasas que tienen la capacidad de hidrolizar enlaces α -glucosídicos consistente en β -amilasa y α -amilasa. Además, a este respecto, las suspensiones de sustrato de cereal mejoradas anteriores pueden tratarse combinando una isomerasa, tal como glucosa isomerasa, con las hidrolasas de las preparaciones enzimáticas.

La suspensión de cereal homogénea y estable mejorada que tiene el aroma y sabor de los cereales naturales y contiene β -glucanos intactos puede prepararse también mediante un método que comprende las etapas de:

a) preparar una suspensión de harina de cereal,

b) tratar la suspensión de harina de cereal de la etapa (a) con β -amilasa y α -amilasa;

c) tratar la suspensión tratada enzimáticamente de la etapa (b) con una preparación enzimática como se discute anteriormente y que comprende al menos una enzima hidrolasa que tiene la capacidad de hidrolizar enlaces α -glucosídicos. Preferiblemente, se selecciona una hidrolasa α -glucosídica del grupo consistente en β -amilasa y α -amilasa.

Se prefiere que, cuando la preparación enzimática comprende tanto β -amilasa como α -amilasa, se introduzcan las enzimas simultáneamente a la suspensión de sustrato de cereal.

La suspensión tratada enzimáticamente de las etapas (b) y (c) puede tratarse adicionalmente anulando la actividad enzimática y/o efectuando adicionalmente una etapa de procesamiento de acabado.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERIDAS

Según la invención, se proporciona una preparación enzimática para la hidrólisis enzimática de constituyentes de una suspensión de sustrato de cereal, que comprende al menos dos enzimas hidrolasas que tienen la capacidad de hidrolizar enlaces α -glucosídicos. Las hidrolasas pueden consistir en β -amilasa y α -amilasa. Preferiblemente, cuando la preparación enzimática comprende β -amilasa y α -amilasa, hay una mezcla de al menos dos o más de las hidrolasas α -glucosídicas citadas, y más preferiblemente, cuando se combinan en la preparación enzimática, las enzimas se introducen simultáneamente en la suspensión de sustrato de cereal. Además de las hidrolasas anteriormente identificadas, la preparación enzimática puede comprender adicionalmente una isomerasa tal como glucosa isomerasa.

En realizaciones preferidas de la invención, las preparaciones enzimáticas pueden comprender α -amilasa, β -amilasa y amiloglucosidasa. Las preparaciones enzimáticas anteriores que comprenden hidrolasas pueden comprender adicionalmente una isomerasa tal como glucosa isomerasa.

Las preparaciones enzimáticas de la presente invención convierten almidón de cereal, que comprende tanto amilosa como amilopectina, en maltodextrinas de alto peso molecular y compuestos de bajo peso molecular de diversos grados de modificación tales como maltotriosa, maltosa y glucosa. Por ejemplo, la β -amilasa hidroliza enlaces α -1,4-glucosídicos secuencialmente desde el extremo no reductor de la amilosa y amilopectina con un producto escindido de maltosa; la α -amilasa hidroliza enlaces α -1,4-glucosídicos internos tanto en amilosa como amilopectina con una maltodextrina escindida y la amiloglucosidasa hidroliza enlaces α -1,4- y -1,6-glucosídicos en el extremo no reductor de las moléculas de almidón que liberan glucosa. Por lo tanto, una combinación de hidrolasas que tienen la capacidad de hidrolizar enlaces α -glucosídicos proporcionará diversas relaciones de maltodextrina/azúcar en una suspensión de cereal tratada enzimáticamente.

La elección de enzimas y del tiempo de reacción determina el grado de degradación y los espectros de productos. Se producen diferentes especies de di- y monosacáridos usando diferentes preparaciones enzimáticas que incluyen la combinación de al menos una hidrolasa α -glucosídica y/o una isomerasa. Los productos finales podrían incluir el disacárido maltosa y los monosacáridos fructosa y glucosa. Cuando se combinan β -amilasa y α -amilasa, la α -amilasa promueve la acción de la β -amilasa, obteniéndose así unidades de maltosa y maltodextrina usando una cantidad menor de enzimas que si se usan separadamente las enzimas. Un almidón de cereal puede convertirse enteramente en compuestos de bajo peso molecular, tales como glucosa, combinando por ejemplo β -amilasa, α -amilasa y amiloglucosidasa. La glucosa isomerasa únicamente dará como resultado la producción de fructosa cuando se añada a un sustrato de cereal que ya contiene glucosa. Como alternativa, la preparación enzimática en la que se combinan β -

amilasa, α -amilasa y amiloglicosidasa con glucosa isomerasa, puede producir también un producto con altos niveles de fructosa.

Las preparaciones enzimáticas, que son una mezcla de enzimas, pueden tratar una suspensión de sustrato de cereal de la presente invención introduciendo enzimas libres directamente en una suspensión de sustrato de cereal o, como alternativa, introduciendo la suspensión de sustrato de cereal en un recipiente que contiene enzimas inmovilizadas.

Enzimas libres como se usa en la presente memoria significa enzimas que son libres de moverse en la suspensión y no están limitadas por contención ni fijadas a un sustrato. Habitualmente, las enzimas o células libres no se reutilizan porque son demasiado pequeñas para filtrar y la recuperación puede resultar prohibitivamente costosa. Por tanto, la eliminación de la actividad biocatalítica de las enzimas libres en la presente invención se realiza habitualmente mediante la desnaturalización de la enzima.

Enzimas inmovilizadas como se usa en la presente memoria significa enzimas libres que están físicamente confinadas por diferentes métodos que incluyen, pero sin limitación, membranas semipermeables, fibras de boro huecas o membranas de ultrafiltración. Las enzimas inmovilizadas, tanto solubles como insolubles, permiten la inmovilización simultánea de muchas enzimas, controlando selectivamente los sustratos y productos mediante la selectividad de membrana. Como se usan en la presente invención, las enzimas inmovilizadas proporcionan una facilidad de carga y de tratamiento de la suspensión de harina de cereal en un reactor de modo continuo.

Los beneficios de las enzimas inmovilizadas incluyen la recuperación completa de las enzimas de la mezcla de reacción usadas en operación en lotes o en modo continuo. Por tanto, las enzimas pueden usarse repetidamente sin ninguna contaminación del producto final y sin la necesidad de calentar el producto para desnaturalizar la enzima. También pueden utilizarse concentraciones mayores de enzima inmovilizada porque las enzimas inmovilizadas pueden recuperarse y reutilizarse, dando como resultado un acortamiento del tiempo de reacción y/o del tamaño del recipiente necesario para llevar a cabo la reacción. Otra ventaja es la ausencia virtual de enzima en el producto final, de modo que la enzima solo tiene que aprobarse como auxiliar de procesamiento de alimentos y no como aditivo alimentario, incluso cuando no se incluye en el proceso el calentamiento y la posterior inactivación enzimática.

Se contempla adicionalmente por los inventores que las enzimas usadas para preparar las suspensiones modificadas enzimáticamente y/o la suspensión de cereal homogénea y estable mejorada pueden incluir enzimas derivadas de células enteras, orgánulos o incluso microorganismos usados como catalizadores biológicos en un proceso de fermentación.

En la presente invención, las condiciones globales, incluyendo temperatura, pH y la adición de otros sustratos, tales como cofactores enzimáticos o agentes de tamponación, determinarán la actividad enzimática, y por lo tanto, el rendimiento y calidad del producto final. Es sabido que las enzimas pueden extraerse de diferentes fuentes pero pueden catalizar la misma reacción. Por ejemplo, la α -amilasa del organismo fúngico *Aspergillus oryzae* tiene un pH óptimo de 4,7 y una temperatura óptima de 50°C, mientras que la α -amilasa de la bacteria *Bacillus licheniformis* tiene un pH óptimo de 7,5 y una temperatura óptima de 90°C. Así entendido, se optimizan las condiciones óptimas, incluyendo cantidad de enzima, temperatura de la suspensión densa, tiempo de agitación y valor de pH, para obtener un producto final de viscosidad adecuada. Las técnicas usadas para determinar los parámetros óptimos son bien conocidas y ampliamente usadas en la técnica.

Las preparaciones enzimáticas de la presente invención pueden usarse para proporcionar una suspensión de cereal homogénea y estable mejorada que tiene el aroma y sabor de los cereales naturales y que contiene β -glucanos intactos. Las preparaciones enzimáticas se usan para tratar un sustrato de cereal, que puede incluir una suspensión de harina de cereal, una suspensión de cereal preprocesado o una mezcla de las mismas.

En una realización, la suspensión de sustrato de cereal es una suspensión de harina de cereal. La suspensión de harina de cereal se prepara mediante molienda en seco o en húmedo de cereales en copos o, de otro modo, de cereales tratados con calor y agua, hasta harina y suspensión de la harina de cereal para formar una suspensión de harina de cereal. Opcionalmente, la suspensión puede centrifugarse o decantarse para retirar las partículas de fibra gruesas antes de tratarse con la preparación enzimática.

Convenientemente, la suspensión de harina de cereal se prepara basándose en avena en copos pregelatinizada producida comercialmente que retiene el sabor y aroma originales de la avena. La avena en copos se muele a harina de avena mediante molienda en seco o en húmedo completa. En la molienda en seco, se suspende la harina de avena en agua, preferiblemente a una temperatura de 50-65°C. También en la molienda en húmedo, se usa preferiblemente agua a una temperatura de 50-65°C. Se obtienen resultados especialmente buenos si el agua se ha desionizado.

Para la mayoría del almidón contenido en la harina de cereal, el calentamiento de la suspensión a una temperatura de entre 50 y 65°C gelatiniza el almidón de cereal para una hidrolización más sencilla. Sin embargo, algunas avenas contienen almidones resistentes que no se gelatinizan a estas temperaturas y, por lo tanto, no se hidrolizan fácilmente por las preparaciones enzimáticas de la presente invención. En este caso, se ha encontrado que es beneficioso hidrolizar inicialmente el almidón no resistente en una primera etapa de tratamiento enzimático con las

preparaciones enzimáticas de la presente invención y someter entonces la suspensión a temperaturas mayores, preferiblemente superiores a 100°C, para gelatinizar el almidón resistente. La suspensión se enfría posteriormente a una temperatura trabajable y en condiciones estándar. Se vuelve a tratar entonces la suspensión con las preparaciones enzimáticas de la presente invención. En consecuencia, el almidón no resistente en la suspensión de harina de cereal puede hidrolizarse con las preparaciones enzimáticas de la presente invención y se trata entonces térmicamente la suspensión a una temperatura mayor para solubilizar el almidón resistente. Se enfría la suspensión a una temperatura que sea adecuada para la actividad enzimática y se vuelve a tratar entonces con una preparación enzimática de la presente invención. Este método permitirá una hidrólisis más completa de sustancialmente todo el almidón de cereal, incluyendo el almidón resistente, en la suspensión de harina de cereal.

Adecuadamente, la suspensión densa o suspensión tiene una relación en peso de harina a agua en el intervalo de aproximadamente 1:6 a aproximadamente 1:9, que corresponde a un contenido de sólidos secos de aproximadamente 10 a aproximadamente 15% p/v. Se agita la suspensión hasta que se ha dispersado la harina. La suspensión densa debería tener un pH de al menos 5 a aproximadamente 8. Este intervalo de pH se ha encontrado que es eficaz cuando se añaden las preparaciones enzimáticas de la presente invención. Dentro de este intervalo de pH, las preparaciones enzimáticas tienen una actividad catalítica aceptable y pueden evitar el uso de aditivos para alterar el pH.

Para retirar las partículas gruesas, puede centrifugarse o decantarse entonces la suspensión a 350-450 G durante aproximadamente 10-15 minutos.

En una realización adicional de la presente invención, puede usarse una suspensión de cereal preprocesado. La suspensión de cereal preprocesado se define como la que preparó por primera vez según los métodos dados a conocer en la patente de EE.UU. n° 5.686.123. Se trata la suspensión de harina de cereal con β -amilasa en una primera etapa de tratamiento enzimático que genera específicamente unidades de maltosa y que no tiene actividad glucanasa ni proteinasa, hasta una viscosidad de 3-0,1 Pa.s a una velocidad de cizallamiento de 10-100 s^{-1} . Se trata entonces la suspensión con α -amilasa en una segunda etapa de tratamiento enzimático que genera específicamente unidades de maltosa y no tiene actividad glucanasa ni proteinasa, hasta una viscosidad <0,5 Pa.s a una velocidad de cizallamiento de 10-100 s^{-1} . Esta suspensión de cereal preprocesado puede tratarse entonces adicionalmente mediante las preparaciones enzimáticas de la presente invención. Opcionalmente, la suspensión de cereal preprocesado puede homogeneizarse y/o someterse a tratamiento UHT.

Se trata la suspensión de sustrato de cereal con las preparaciones enzimáticas a temperaturas operativas cuidadosamente reguladas. Se elige la temperatura para favorecer el rendimiento enzimático, permitiendo tanto altas velocidades hidrolíticas como una buena estabilidad enzimática. Se emplea en general una temperatura desde aproximadamente 40°C a una temperatura inferior a la que desnaturizaría la enzima o combinación de enzimas, preferiblemente de aproximadamente 50°C a aproximadamente 90°C, dependiendo de la enzima. A temperaturas menores, la actividad enzimática puede ser baja y a temperaturas mayores la estabilidad enzimática puede ser baja. En consecuencia, la temperatura de la reacción catalítica se elige para optimizar la producción de los productos finales manteniendo la estabilidad de la preparación enzimática. La presente invención es también aplicable a enzimas degradantes de almidón termoestables, en cuyo caso las condiciones operativas pueden adaptarse a las características de dichas enzimas.

Se introduce una combinación de varias hidrolasas en una suspensión de sustrato de cereal en una cantidad suficiente para hidrolizar los enlaces α -glucosídicos de los constituyentes de la suspensión de sustrato de cereal, proporcionando un producto final de la viscosidad deseada. La combinación de enzimas y la cantidad de cada enzima específica da como resultado suspensiones que contienen diferentes azúcares, pero también en diferentes cantidades. Un alto contenido de azúcares de bajo peso molecular, tales como maltosa y glucosa, proporcionará una suspensión de producto final con menor viscosidad. En contraposición, un contenido mayor de maltodextrina, que se considera una molécula de un peso molecular mayor, proporciona un producto con mayor viscosidad que puede usarse en sopas o yogures debido a su consistencia más densa. En consecuencia, variar la clase y/o cantidad de enzimas en la mezcla proporcionará productos especialmente diseñados. Usar una combinación específica de enzimas ayuda a estandarizar el proceso de modo que el producto final esté relacionado con la combinación enzimática, con lo que el tiempo de reacción y otros parámetros de procesamiento no afectan en gran medida al producto final. Al llevar a cabo la presente invención, es ventajoso en general emplear entre aproximadamente 1 y aproximadamente 100 ml de preparación enzimática por kg de avena u otro material en grano que constituye la suspensión de sustrato de cereal. La suspensión puede tratarse con la preparación enzimática para producir un producto final que tiene aproximadamente la viscosidad del agua o de aproximadamente 10 mPa.s a aproximadamente varios cientos de mPa.s a una velocidad de cizallamiento de aproximadamente 500 a aproximadamente 1.000 s^{-1} .

En general, el grano que se incorpora a la suspensión de harina de cereal puede ser cualquier material de grano de partida incluyendo, pero sin limitación, avena, cebada, arroz, trigo, maíz, centeno, sorgo, triticale y mijo perla. Preferiblemente, el grano es avena. Como se afirma anteriormente, la avena tiene propiedades que la hacen especialmente deseable desde el punto de vista del consumidor debido a las grandes cantidades de β -glucanos de alto peso molecular que son hidrocoloides naturales. En suspensiones producidas mediante hidrólisis enzimática con las preparaciones enzimáticas de la presente invención, los β -glucanos encontrados en la avena funcionan como estabilizantes nativos. Por lo tanto, las suspensiones de cereal de la presente invención pueden usarse en alimentos por sus efectos espesantes, gelificantes o estabilizantes de la emulsión.

El dulzor de una suspensión modificada enzimáticamente o una suspensión de cereal estable mejorada puede regularse y/o manipularse usando preparaciones enzimáticas apropiadas. De hecho, las preparaciones enzimáticas de la presente invención pueden introducirse en varias etapas para adaptar el producto final. Una preparación enzimática que comprende α - y β -amilasa puede producir un alto nivel de maltosa. Con un segundo tratamiento de una preparación enzimática que comprende amiloglicosidasa y/o glucosa isomerasa, la maltosa puede convertirse en glucosa y fructosa. La producción de glucosa, y particularmente de fructosa, dará como resultado una suspensión más dulce que la que contenía principalmente maltosa. Una ventaja significativa de una suspensión que comprende fructosa es que puede consumirse por diabéticos sin efectos adversos.

El tipo específico de azúcar afecta no solo a las propiedades de la suspensión, sino también a las propiedades organolépticas de los productos producidos usando las suspensiones. Al alterar el perfil de azúcar, es posible adaptar las suspensiones para que proporcionen productos finales que tengan propiedades funcionales, tales como viscosidad, propiedades nutricionales y contenido porcentual de azúcar, que satisfagan las necesidades del usuario final.

La actividad enzimática puede anularse o terminarse en la suspensión de cereal modificada enzimáticamente o la suspensión de cereal tratada enzimáticamente mediante cualquier método bien conocido en la técnica, incluyendo desnaturalización, centrifugación, cromatografía para enzimas libres y/o retirada de la suspensión del contacto con las enzimas inmovilizadas. Preferiblemente, se termina la reacción enzimática calentando la suspensión de cereal al menos a 80°C y, preferiblemente, a entre aproximadamente 80 y 90°C.

Como alternativa, la actividad enzimática puede anularse/terminarse durante etapas de procesamiento final que mejoran la vida de almacenamiento del producto. Las etapas de procesamiento final representativas pueden incluir: retirar partículas gruesas mediante centrifugación o decantación; homogeneizar la suspensión tratada enzimáticamente a una temperatura de aproximadamente 42 a aproximadamente 45°C a una presión de aproximadamente 20.000 kPa a aproximadamente 25.000 kPa; o someter el producto a tratamientos de temperatura ultraalta (UHT) dados a conocer en "Food Engineering and Dairy Technology", H. G. Kessler, Verlay A. Kessler, 1981, capítulo 6, pág. 139-207, cuyos contenidos se incorporan como referencia a la presente memoria. Después del UHT, el producto puede empaquetarse asépticamente. Los procesos adicionales para una vida de almacenamiento mejorada pueden incluir pasteurización y refrigeración hasta el uso; o el producto final puede evaporarse y secarse por pulverización posteriormente, proporcionando un polvo estable.

Las suspensiones de cereal según la invención pueden usarse en los mismos campos que los productos dados a conocer en la patente de EE.UU. nº 5.686.123, es decir, como sustituto de la leche, como base de aditivo en la fabricación de helado, gruel, yogur, batidos y aperitivos.

La invención se describirá ahora con más detalle en los siguientes ejemplos.

EJEMPLO 1

Se molió en húmedo avena en copos pregelatinizada a una temperatura de aproximadamente 52 a aproximadamente 63°C. La concentración de la suspensión era de aproximadamente 10 a aproximadamente 15% p/v. Se añadió a la suspensión de harina de cereal una preparación enzimática según la invención que comprendía una mezcla de β -amilasa (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU. o Rhodia Ltd, Cheshire, RU) y α -amilasa de acción endo, por ejemplo, Fungamyl (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca) o Mycolase (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU.), a una concentración de aproximadamente 2 ml por kg de avena y a una temperatura de aproximadamente 54 a aproximadamente 57°C. La concentración de estas enzimas en la preparación enzimática era de aproximadamente 1400 a aproximadamente 1600 °PD y de aproximadamente 30 a aproximadamente 70 UA (unidades de amilasa) por ml, respectivamente. Se dejó actuar la preparación enzimática durante aproximadamente 1 hora, o hasta que la viscosidad de la suspensión cayera a aproximadamente 20 a aproximadamente 40 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de aproximadamente 700 s⁻¹. La mayoría del almidón de avena (60-70%) se convirtió en maltosa y el resto estaba presente como maltodextrinas (etapa 1). Se añadió entonces otra enzima de acción exo (en la etapa 2), por ejemplo, amiloglicosidasa AMG (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca) u Optidex (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU.), a una dosificación de aproximadamente 600 UAG (unidades de aminoglicosidasa) por kg de avena. Se terminó la reacción cuando se había producido la cantidad deseada de glucosa. Por ejemplo, 30 minutos después de la adición de amiloglicosidasa (glucoamilasa), la suspensión contenía cantidades iguales de maltosa y glucosa, mientras que el contenido de maltosa era de un 50% de la suspensión en la etapa 1. El contenido de maltosa era alto en la etapa 1, y la amiloglicosidasa hidrolizaba rápidamente este sustrato. A medida que se reducía el contenido de maltosa, la maltodextrina se volvió el sustrato preferido y se hidrolizó también crecientemente. A la conversión completa, se convirtió todo el almidón en glucosa. Se calentó entonces la suspensión a aproximadamente 85 a aproximadamente 90°C para inactivar las enzimas. Se decantó el producto para retirar el exceso de fibra no soluble y se homogeneizó. Opcionalmente, el producto podía tratarse con UHT y empaquetarse asépticamente, pasteurizarse y mantenerse refrigerado hasta el uso, o se evapora y posteriormente se seca por pulverización, proporcionando un polvo estable.

EJEMPLO 2

Se molió avena en copos pregelatinizada como en el Ejemplo 1. Se añadió a la suspensión una preparación enzimática según la invención que comprendía una mezcla de β -amilasa de cebada (Genencor Intl., Rochester, N.Y.,

EE.UU. o Rhodia Ltd, Cheshire, RU), α -amilasa, por ejemplo Fungamyl (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca) o Mycolase (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU.) y amiloglucosidasa, por ejemplo, AMG (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca) u Optidex (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU.) a una dosificación de aproximadamente 3 a aproximadamente 4 ml por kg de avena y a una temperatura de aproximadamente 54 a aproximadamente 57°C. La concentración de estas enzimas en la preparación enzimática era de aproximadamente 700 a aproximadamente 900 °PD, de aproximadamente 1 a aproximadamente 35 UA (unidades de α -amilasa) y de aproximadamente 200 a aproximadamente 350 UAG, respectivamente. Se dejó actuar la preparación enzimática durante aproximadamente 1-2 horas, o hasta que la viscosidad de la suspensión cayera a aproximadamente 20 a aproximadamente 40 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de aproximadamente 700 s⁻¹. Finalmente, se calentó la suspensión y se trató como en el Ejemplo 1.

EJEMPLO 3

Se trató una suspensión de avena preparada como en la patente de EE.UU. n° 5.686.123 con una preparación enzimática según la invención y que comprendía β -amilasa de cebada (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU. o Rhodia Ltd, Cheshire, RU) y pululanasa, una enzima desramificante, por ejemplo Promozyme (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca), a una concentración de aproximadamente 2 ml por kg de avena. Como alternativa, se trató la suspensión con una enzima desramificante tal como pululanasa, por ejemplo Promozyme (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca), a una concentración de aproximadamente 800 UP por kg de avena. Por otro lado, las condiciones fueron las mismas que en el Ejemplo 1. El producto era rico en maltosa y no contenía esencialmente maltodextrinas.

EJEMPLO 4

Se preparó una suspensión de avena como en la patente de EE.UU. n° 5.686.123 y se trató con la misma preparación enzimática con amiloglucosidasa como en el Ejemplo 4 (etapa 2). El producto contenía una cantidad decreciente de maltodextrinas y una cantidad creciente de glucosa a medida que procedía la reacción hidrolítica.

EJEMPLO 5

Se añadió a cualquiera de los productos de los Ejemplos 1, 2, 3 y 4, concretamente que contenían glucosa, una preparación enzimática según la invención que comprendía amiloglucosidasa a aproximadamente 50 a aproximadamente 60 UAG por ml, por ejemplo AMG (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca) u Optidex (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU.) y glucosa isomerasa (aproximadamente 3000 UGI por ml), a una concentración de aproximadamente 18 a aproximadamente 70 ml por kg de avena, o solo glucosa isomerasa, por ejemplo, Spezyme GI (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU.) o Sweetzyme (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca), a una concentración de aproximadamente 50.000 a aproximadamente 200.000 UGI (unidades de glucosa isomerasa). Al cabo de dos (2) horas, un 25% de la glucosa se había convertido en fructosa.

EJEMPLO 6

Se molió avena en copos pregelatinizada a una temperatura de aproximadamente 52 a aproximadamente 63°C. Se añadió a la suspensión de harina de cereal una preparación enzimática según la invención que comprendía una mezcla de β -amilasa (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU. o Rhodia Ltd, Cheshire, RU) y α -amilasa de acción endo, por ejemplo Fungamyl (Novo Nordisk, Bagsvaerd, Dinamarca) o Mycolase (Genencor Intl., Rochester, N.Y., EE.UU.), a una concentración de aproximadamente 2 ml por kg de avena y a una temperatura de aproximadamente 54 a aproximadamente 57°C. La concentración de estas enzimas en la preparación enzimática era de aproximadamente 1400 a aproximadamente 1600 °PD y de aproximadamente 1 a aproximadamente 8 UA (unidades de α -amilasa) por ml, respectivamente. Se dejó actuar la preparación enzimática durante aproximadamente 2 horas, o hasta que la viscosidad de la suspensión cayera a aproximadamente 45 a aproximadamente 65 mPa.s a una velocidad de cizallamiento de aproximadamente 700 s⁻¹. Un tercio del almidón se convirtió en maltosa, mientras que el resto estaba presente como maltodextrina. El producto era bastante denso debido al alto contenido de maltodextrina. Finalmente, la suspensión se trató como en el Ejemplo 1.

REIVINDICACIONES

1. Una suspensión de cereal de avena modificada enzimáticamente que comprende unidades de maltosa y maltodextrina y β -glucanos intactos, estando preparada dicha suspensión de cereal de avena modificada enzimáticamente mediante un método que comprende las etapas de:
- 5 (i) proporcionar una suspensión de sustrato de cereal de avena;
- (ii) proporcionar una composición enzimática que comprende β -amilasa y α -amilasa, y
- (iii) tratar dicha suspensión de sustrato de cereal de avena (i) con dicha composición enzimática (ii), en la que dichas enzimas β -amilasa y α -amilasa se introducen simultáneamente.
- 10 2. La suspensión de cereal modificada enzimáticamente según la reivindicación 1, en la que la preparación enzimática está libre de actividad glucanasa o proteinasa.
3. Un método de preparación de una suspensión de cereal de avena modificada que comprende unidades de maltosa y maltodextrina y β -glucanos intactos mediante etapas, que comprende:
- (i) proporcionar una suspensión de sustrato de cereal de avena;
- (ii) proporcionar una composición enzimática que comprende β -amilasa y α -amilasa, y
- 15 (iii) tratar dicha suspensión de sustrato de cereal de avena (i) con dicha composición enzimática (ii), en la que dichas enzimas β -amilasa y α -amilasa se introducen simultáneamente; y
- (iv) efectuar al menos una etapa de acabado en la suspensión de cereal de avena modificada enzimáticamente de la etapa (iii).
- 20 4. El método según la reivindicación 3, en el que la preparación enzimática está libre de actividad glucanasa o proteinasa.
5. El método según la reivindicación 3, en el que en la suspensión tratada enzimáticamente de la etapa (iii) se ha terminado la actividad enzimática antes de efectuar la etapa de procesamiento de acabado.
6. El método según la reivindicación 3, en el que la etapa (iv) comprende al menos un proceso de acabado seleccionado del grupo consistente en homogeneización, tratamiento a temperatura ultraalta, pasteurización, refrigeración, evaporación y secado por pulverización.
- 25 7. El método según la reivindicación 3, en el que la suspensión de sustrato de cereal de la etapa (i) se trata adicionalmente retirando las partículas de fibra gruesas.
8. El método según la reivindicación 3, en el que la suspensión de sustrato de cereal de la etapa (i) se ha preparado moliendo cereales en copos, cereales tratados con calor o con agua hasta harina, y suspendiendo la harina de cereal en agua para formar una suspensión.
- 30 9. El método según la reivindicación 3, que comprende adicionalmente anular la actividad enzimática en la suspensión tratada enzimáticamente de la etapa (iii) antes de la etapa (iv).
10. El método según la reivindicación 3, que comprende adicionalmente el tratamiento térmico de la suspensión tratada enzimáticamente de la etapa (iii) para solubilizar el almidón resistente, enfriar la suspensión a una temperatura que sea adecuada para la actividad enzimática y tratar con una preparación enzimática para hidrolizar adicionalmente el almidón resistente.
- 35 11. Un producto preparado mediante el método según una de las reivindicaciones 3 a 10.