



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 279 842**

51 Int. Cl.:
A23L 3/3571 (2006.01)
A23C 9/12 (2006.01)
A21D 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01996313 .1**
86 Fecha de presentación : **16.11.2001**
87 Número de publicación de la solicitud: **1341422**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **10.09.2003**

54 Título: **Procedimiento para la prevención de la reacción de Maillard en productos alimenticios.**

30 Prioridad: **17.11.2000 GB 0028119**
19.12.2000 US 256902 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.09.2007

73 Titular/es: **DANISCO A/S**
Langebrogade 1, P.O. Box 17
1001 Copenhagen K., DK

72 Inventor/es: **Soe, Jørn, Borch y**
Petersen, Lars, Wexøe

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 279 842 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).

ES 2 279 842 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la prevención de la reacción de Maillard en productos alimenticios.

5 La presente invención se refiere al control de la reacción de Maillard en un producto alimenticio.

Los productos alimenticios comprenden un espectro extremadamente amplio de constituyentes. Estos incluyen:

- 10 • compuestos que contienen nitrógeno (proteinosos) (por ejemplo, uno o más aminoácidos libres o sus derivados, hidrolizados proteínicos, proteínas completas intactas, o una combinación de estos) más vitaminas, incluyendo vitaminas que contienen un nitrógeno amínico, y sus derivados, más otros compuestos que no contienen nitrógeno amínico, por ejemplo compuestos de amonio tales como sulfato de amonio,
- 15 • hidratos de carbono, incluyendo
 - azúcares reductores, por ejemplo glucosa (también conocida como dextrosa), fructosa (también conocida como levulosa) y azúcares de 5 carbonos o pentosas, tales como xilosa, y otros compuestos que contienen el grupo aldehído, que se pueden encontrar, por ejemplo, en agentes aromatizantes,
 - 20 • azúcares disacáridos no reductores (por ejemplo, sacarosa), que se pueden hidrolizar para producir el resto de azúcar reductor, promoviéndose esta reacción por la presencia de humedad y temperaturas elevadas.

25 Con el tiempo, en presencia de humedad, e incluso en calor moderado (es decir, a temperaturas por encima del punto de congelación del agua), se produce la reacción de Maillard.

La reacción de Maillard es una reacción que consiste en un ataque nucleofílico por un grupo amino libre presente en una proteína, un péptido o un aminoácido, sobre un grupo aldehído de un azúcar reductor. Los productos de la reacción provocan además una serie de reacciones con otros grupos amino proteinosos, para formar de ese modo un material pardo y para provocar una reticulación entre las proteínas. Históricamente, Maillard dio a conocer en 1912 que una disolución mixta de un aminoácido y un azúcar reductor, cuando se calienta, se pone de color marrón (L. C. Maillard, Compt. Rend. Soc. Biol., 72, 599 (1912)), y, desde entonces, la reacción se denomina reacción de Maillard. En productos alimenticios, la reacción de Maillard comprende típicamente la interacción de los compuestos nitrogenados con los grupos aldehídicos de azúcares reductores o de otros compuestos carbonílicos.

35 En algunos casos, es deseable la formación del color pardo de una reacción de Maillard, por ejemplo con dulces de azúcar y mantequilla, caramelo, carnes cocinadas, etc. En otros casos, esta reacción es indeseable. Por ejemplo, la reacción de Maillard puede ser problemática en algunos alimentos horneados, tales como gratén y tartas, en los cuales esta reacción de formación de un color pardo no se controla fácilmente. Esto puede dar como resultado que el color pardo atractivo se haga demasiado oscuro, y que produzca burbujas negras. Claramente, esto no es deseable.

40 Además, la reacción de Maillard puede ser problemática en la producción de productos alimenticios que contengan un producto lácteo, en particular queso, que se cuecen a temperatura elevada. En el área de la producción de pizza, existe una marcada reacción de Maillard en el queso para untar que se pone en la parte superior de la pizza. En la presente memoria descriptiva, y de hecho en toda la técnica, pasta filata se denomina como mozzarella.

Muchos fabricantes de pizza hornean la pizza a temperaturas >260°C. A estas temperaturas elevadas, la tendencia del queso a tomar un color excesivamente pardo se ha convertido en un problema particular para la industria de la mozzarella, debido a que los fabricantes de mozzarella deben suministrar un queso que no hará burbujas negras ni áreas pardas cuando se hornee a estas temperaturas elevadas.

55 El efecto de la coloración parda del queso de mozzarella está provocado típicamente por la cantidad residual de los azúcares reductores lactosa y galactosa que quedan en la producción del queso. Por lo tanto, muchos intentos para reducir las reacciones de coloración parda de la mozzarella se han basado en intentos para reducir los niveles de estos azúcares, y en particular el nivel de galactosa, en el queso.

60 En la fabricación tradicional de mozzarella, durante las condiciones normales del procesamiento, los microorganismos fermentadores fermentan sólo la parte de glucosa de la lactosa, y de este modo liberan galactosa al medio. El queso se lava subsiguientemente durante el proceso de fabricación; sin embargo, típicamente la galactosa y la lactosa permanecen en el queso en una cantidad de 0,3 hasta 0,5% en peso. El Dr. Normal Olson, Dairy Record, junio 1983, p. 112-113, ha explicado que el grado de la coloración parda de la mozzarella está relacionado con la concentración de aminoácidos libres y de azúcar en el queso, y que la coloración parda se puede evitar eliminando los agentes reaccionantes - habitualmente el azúcar. También menciona el coeficiente de correlación muy importante entre la galactosa y los niveles de color del queso horneado. En la bibliografía se mencionan muchos intentos para reducir la cantidad de galactosa y de lactosa en la mozzarella.

65 El documento US-A-3531297 describe un procedimiento para fabricar mozzarella, que comprende la etapa de empapar la cuajada en agua tibia para extraer la lactosa de la cuajada, y de ese modo reducir el contenido final de

ES 2 279 842 T3

lactosa del queso. En general, cuanto menor sea el contenido de lactosa de la mozzarella final, menos tendencia tiene el queso a formar burbujas, a dañarse o a carbonizarse cuando se somete a una cocción a alta temperatura.

5 Aunque el procedimiento del documento US-A-3531297 se usó ampliamente en una base comercial en los Estados Unidos de América, y fue un procedimiento comercial deseable, tiene ciertas desventajas. Los grandes tanques para empapar la cuajada se añaden a los costes del equipo y del espacio de la planta, y el agua usada para empapar, que contiene lactosa, ácido láctico y otras sustancias, se puede añadir considerablemente a la carga de la eliminación de residuos de una planta en funcionamiento. Otra limitación del procedimiento del documento US-A-3531297 es que toda la operación del procesamiento, desde el tanque para el queso hasta la mezcladora, se debe de cronometrar, 10 secuenciar y llevar a cabo cuidadosamente en una base sustancialmente continua. En la práctica, esto significa que los operarios de la planta deben llevar a cabo casi inmediatamente el mezclado del queso al terminar el empapamiento de la cuajada.

15 El documento US-A-4085228 describe una mozzarella con bajo contenido de humedad, preparada usando un fermento láctico estándar más un cultivo adicional seleccionado de *Pediococcus cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum*, *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus durans*, y *Lactobacillus casei*, o sus mezclas. Aunque el queso se obtiene mediante las etapas habituales de procesamiento, el producto de queso tiene un contenido reducido de azúcar de lactosa (y/o sus derivados monosacáridos) debido al cultivo añadido, que metaboliza la lactosa residual durante una retención a temperatura fría al final del procedimiento. Según el documento US-A-4085228, el queso resultante tiene propiedades mejoradas para la fabricación de pizza, sin que se queme sustancialmente, y tiene características de fusión, de sabor y de color mejoradas. Sin embargo, la combinación de dos o más fermentos lácticos hace más complicada la producción del queso de mozzarella y, además, el queso aún contendrá cantidades pequeñas de galactosa y lactosa, que pueden tomar parte en una reacción de Maillard.

25 Mukherjee, K.K.; Hutkins, R.W. Journal of Dairy Science 1994, 77(10) 2839-2849 han demostrado que el uso de un microorganismo que fermenta la galactosa y que no libera galactosa, como fermento láctico, puede producir un queso de mozzarella que se colorea poco de color pardo. Usando el microorganismo seleccionado, se obtuvo un nivel de galactosa, en el queso de mozzarella, por debajo de 0,1%.

30 Según M.A. Rudan y D.M. Barbano, 1977 J. Dairy Sci. 81:2312-2319, el problema relacionado con una coloración demasiado parda y una tostación de la mozzarella es más pronunciado cuando se usa un queso con bajo contenido de grasas (por ejemplo, un queso que contiene 0,25-5,8% de grasas) en lugar de usar un queso con todo su contenido en grasas (por ejemplo, 21% de grasas). Se discute que el problema de la sobrecoloración parda está provocado porque la superficie del queso se seca demasiado rápido, lo cual da como resultado su tostación. En Rudan *et al.*, el problema se redujo pulverizando una capa de aceite vegetal sobre la mozzarella.

40 En un repaso, A. H. Jana, Indian Dairyman 44, 3, 1992, p. 129-132, menciona los problemas con la coloración parda del queso en pizza horneada. Se describe que el problema está asociado con restos de galactosa y de lactosa en el queso. Se describe un número de medidas para minimizar el problema, controlando el nivel de galactosa. Estas medidas incluyen:

- Uso de combinaciones específicas de bacterias de *Streptococcus* y *Lactobacillus* que pueden fermentar la galactosa. Esto reducirá el nivel de galactosa en el queso.
- 45 • El lavado mejorado de la cuajada con agua caliente a 60-80°C durante la etapa final de calentamiento.
- Dejar escurrir la cuajada a pH > 6,3, dando como resultado que fermente más cantidad de la lactosa y de la galactosa que quedan.
- 50 • Moderar la temperatura del procesamiento en la fabricación del queso de mozzarella procesado.
- Impulsar el enfriamiento del queso de mozzarella tras la formación del moho, conduciendo a niveles controlados de galactosa en el queso.
- 55 • Reducir el período de salmuera, evitando de este modo el exceso de sal en la fase acuosa, y permitiendo que el fermento láctico fermente más cantidad del azúcar residual.
- Almacenar el queso durante un período mínimo, para reducir la formación proteolítica de grupos amino libres que pueden reaccionar con galactosa.
- 60

Muchas de las medidas para minimizar la coloración parda excesiva, mencionadas por A.H. Jana, se basan en un control muy estricto del procedimiento o modificaciones del procedimiento que son difíciles de llevar a cabo, y/o que pueden incrementar el coste o reducir el rendimiento.

65 La adición de enzimas al queso durante su producción es conocida en la técnica. Por ejemplo, el documento US-A-5.626.893 da a conocer el uso de glucosa oxidasa como un depurador de oxígeno en un agente contra la formación de tortas para el queso.

ES 2 279 842 T3

La presente invención solventa los problemas de la técnica anterior.

Algunos aspectos de la invención se definen en las reivindicaciones adjuntas.

5 Se ha encontrado que los problemas de la excesiva coloración parda provocada por la reacción de Maillard de productos alimenticios que contienen una proteína y un azúcar reductor, en particular productos alimenticios horneados, se puede controlar poniendo en contacto el producto alimenticio con una enzima que puede oxidar el grupo reductor del azúcar. Esto es un nuevo enfoque en el que el azúcar reductor se oxida para evitar la reacción de Maillard poniendo
10 en contacto el producto alimenticio con una enzima que puede realizar la oxidación necesaria y de ese modo eliminar el azúcar reductor del producto alimenticio mediante conversión.

En la presente memoria descriptiva, la expresión “prevención y/o reducción de la reacción de Maillard” se refiere a que se reduce el grado de la reacción de Maillard, y/o que se incrementa el período de tiempo requerido para que la reacción de Maillard termine.

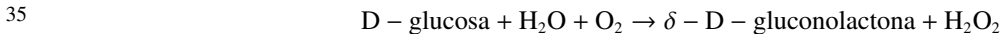
15 La enzima puede oxidar el grupo reductor de un monosacárido, y el grupo reductor de un disacárido.

En algunos aspectos, preferentemente la enzima es hexosa oxidasa (EC1.1.3.5). Preferentemente, la HOX se obtiene o se prepara según el documento WO 96/40935.

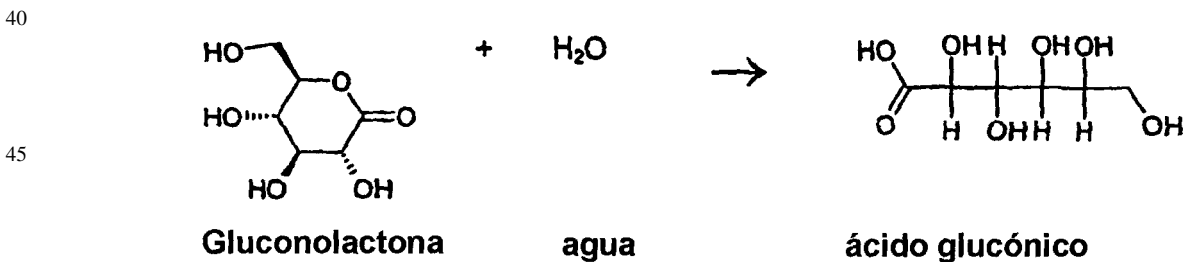
20 La hexosa oxidasa se prefiere debido a que la glucosa oxidasa (GOX) tiene una especificidad mucho mayor por la glucosa, y no puede eliminar la posible reacción de Maillard provocada por otro azúcar como galactosa y lactosa. Por lo tanto, la glucosa oxidasa tiene una aplicación limitada para reducir la reacción de Maillard en sistemas alimentarios. En productos lácteos, tales como queso, la galactosa y la lactosa son principalmente las responsables de la reacción de
25 Maillard.

La hexosa oxidasa (HOX) es una oxidasa de hidrato de carbono obtenida originalmente del alga roja *Chondrus crispus*. Como se explica en el documento WO 96/39851, la HOX cataliza la reacción entre oxígeno e hidratos de carbono tales como glucosa, galactosa, lactosa y maltosa. Comparada con otras enzimas oxidativas tales como la glucosa oxidasa, la hexosa oxidasa no sólo cataliza la oxidación de monosacáridos, sino también oxida disacáridos. (Biochemica et Biophysica Acta 309 (1973), 11-22).

La reacción de glucosa con hexosa oxidasa es



En un entorno acuoso, la gluconolactona se hidroliza subsiguientemente para formar ácido glucónico.



50 Como se muestra, la HOX oxida el hidrato de carbono en el extremo reductor en el carbono 1, y de este modo elimina la posible reacción de Maillard del hidrato de carbono.

55 En la presente invención, la enzima puede oxidar el azúcar del producto alimenticio en la posición 1. Esto es ventajoso debido a que se asegura que el azúcar reductor se oxida de forma que la parte reductora del azúcar ya no está disponible para sufrir la reacción de Maillard. Por el contrario, por ejemplo, la galactosa oxidasa oxida galactosa en el carbono 6, dejando el extremo reductor sin cambiar. Por lo tanto, la reacción de Maillard puede tener lugar también después de un tratamiento con galactosa oxidasa. Durante la obtención del queso, la galactosa se acumula a menudo debido a que el microorganismo usado para producir queso no puede digerir la galactosa. Por lo tanto, se puede suponer
60 que la galactosa oxidasa debería de ser capaz de eliminar la galactosa y reducir la tendencia a la reacción de Maillard. Sin embargo, en la presente invención, éste no es claramente el caso.

En algunos aspectos, preferentemente el azúcar reductor es lactosa o galactosa.

65 En algunos aspectos, preferentemente el azúcar reductor es galactosa.

En algunos aspectos, preferentemente el producto alimenticio se selecciona de un producto alimenticio lácteo; un producto alimenticio a base de leche o que contiene leche, tal como gratén; un producto alimenticio a base de huevo;

ES 2 279 842 T3

un producto alimenticio que contiene huevo; productos alimenticios de panadería, incluyendo tostadas, pan, tartas; y un producto alimenticio frito en sartén o frito por inmersión, tal como los rollitos de primavera.

5 Cuando el producto alimenticio es un producto alimenticio lácteo, preferentemente es queso, más preferentemente es queso de mozzarella.

10 Cuando el producto alimenticio es queso, la presente invención resulta particularmente ventajosa. La enzima de la presente invención, tal como HOX, puede eliminar los azúcares reductores en el queso, por ejemplo en el queso rallado. De este modo, ya no será tan crítico tener restos de lactosa que queden en el queso. Por lo tanto, es posible reducir el número de lavados de la cuajada del queso durante la producción del queso. Reduciendo el número de lavados, también se reduce la cantidad de agua residual, y se incrementa el rendimiento de queso.

15 En algunos aspectos, preferentemente el producto alimenticio es una patata o una parte de una patata. Se ha encontrado que, en la producción de productos de patata cocidos, la aplicación de la presente enzima reduce la coloración parda indeseada. Los productos típicos de patata en los que se puede aplicar la presente invención son las patatas fritas en tiras y las patatas fritas en discos (patatas fritas).

20 La enzima se puede poner en contacto con el producto alimenticio durante su preparación, o se puede poner en contacto con el producto alimenticio después de que el producto alimenticio haya sido preparado pero antes de que el producto alimenticio se someta a condiciones que puedan dar como resultado la reacción indeseable de Maillard. En el primer aspecto, la enzima se incorporará en el producto alimenticio. En el último aspecto, la enzima estará presente sobre la superficie del producto alimenticio. Cuando está presente sobre la superficie, la reacción de Maillard aún se previene ya que es la superficie de un material expuesto al secado y al oxígeno atmosférico la que sufre la principal reacción de Maillard.

25 Cuando se pone en contacto con el producto alimenticio durante su preparación, la enzima se puede poner en contacto en cualquier etapa adecuada durante su producción. En el aspecto en el que el producto alimenticio es un producto lácteo, se puede poner en contacto con la leche durante la acidificación de la leche y la precipitación de la cuajada de la leche. En el proceso, la enzima (tal como HOX) no es activa durante las condiciones anaerobias creadas durante la acidificación y la precipitación de la proteína de la leche, pero será activa en el producto lácteo, tal como queso, cuando se creen condiciones aerobias. Una vez en condiciones aerobias, la enzima oxida el azúcar reductor, y reduce la tendencia a la reacción de Maillard.

30 Para la aplicación de la enzima a la superficie del producto alimenticio, se puede aplicar la enzima de cualquier manera adecuada.

35 Típicamente, la enzima se proporciona en disolución o dispersión, y se pulveriza sobre el producto alimenticio. La disolución/dispersión puede comprender la enzima en una cantidad de 1-50 unidades de enzima/ml, tal como 1-50 unidades de hexosa oxidasa/ml.

40 La enzima también se puede añadir en forma seca o de polvo. Cuando está en forma húmeda o seca, la enzima se puede combinar con otros componentes para entrar en contacto con el producto alimenticio. Por ejemplo, cuando la enzima está en forma seca se puede combinar con un agente que evite la formación de tortas.

45 En algunos aspectos, la presente invención comprende además la etapa de poner en contacto el producto alimenticio con una catalasa.

50 En un aspecto preferido, el producto alimenticio se envasa en un recipiente impermeable al oxígeno, después del contacto con la enzima. Se ha identificado que la enzima, cuando actúa sobre el azúcar reductor, consume oxígeno dentro de un recipiente. El consumo del oxígeno reducirá la actividad microbológica en el producto alimenticio, y mejorará el período de caducidad. Entonces, se puede prescindir de la práctica normal de envasado en atmósfera controlada.

55 Cuando el producto alimenticio se envasa en un recipiente impermeable al oxígeno tras el contacto con la enzima, es importante que el producto alimenticio se deje reposar antes del envasado, o que se envase con una cantidad de oxígeno dentro del recipiente. La reacción anti-Maillard que se produce en el presente proceso implica la oxidación del grupo reductor de un azúcar. Para que esta reacción tenga lugar, se requiere oxígeno. Si el producto alimenticio se envasa sin dejarlo reposar o sin una cantidad de oxígeno dentro del recipiente, esta reacción anti-Maillard no se producirá, y se reducirán los efectos beneficiosos de la presente invención.

60 También se ha observado que la enzima de la presente invención, tal como HOX, puede ser suficientemente activa a bajas temperaturas de forma que el producto alimenticio se puede refrigerar o congelar tras el contacto con la enzima, sin que sea necesario permitir que la reacción de la enzima/azúcar reductor transcurra a temperaturas ambiente. Esto es claramente ventajoso para la producción de productos alimenticios en los que el mantenimiento a temperatura elevada puede dar como resultado un crecimiento inaceptable de microorganismos. De este modo, en un aspecto preferido, el procedimiento comprende enfriar el producto alimenticio hasta una temperatura no mayor que 5°C cuando la mayoría del azúcar reductor presente en el producto alimenticio, puesto en contacto con la enzima, no haya sido oxidado por la enzima.

ES 2 279 842 T3

Se apreciará por el experto en la materia que, en la práctica de la presente invención, el contacto del producto alimenticio se hace con una cantidad suficiente de enzima para prevenir y/o reducir la reacción de Maillard. Las cantidades típicas de enzima que se pueden poner en contacto con el producto alimenticio están comprendidas entre 0,05 y 5 U/g (unidades de enzima por gramo de producto alimenticio), entre 0,05 y 3 U/g, entre 0,05 y 2 U/g, entre 0,1 y 2 U/g, entre 0,1 y 1,5 U/g, y entre 0,5 y 1,5 U/g.

La presente invención se describirá ahora con más detalle a título de ejemplo únicamente haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 10 La Figura 1 muestra una fotografía;
- La Figura 2 muestra una fotografía;
- La Figura 3 muestra una fotografía;
- 15 La Figura 4 muestra una fotografía;
- La Figura 5A muestra una fotografías;
- 20 La Figura 5B muestra una fotografías;
- La Figura 6 muestra una fotografías;
- La Figura 7 muestra una fotografías;
- 25 La Figura 8 muestra una fotografías;
- La Figura 9 muestra un gráfico;
- 30 La Figura 10 muestra una fotografía;
- La Figura 11 muestra un gráfico;
- La Figura 12 muestra un gráfico;
- 35 La Figura 13 muestra un gráfico;
- La Figura 14 muestra una fotografía; y
- 40 La Figura 15 muestra una fotografía.

Ejemplos

Análisis de las imágenes

45 El análisis de las imágenes de las muestras de los Ejemplos se realizó según lo siguiente.

Las imágenes de las muestras se registraron en intensidad de luz no dispersante calibrada, mediante una videocámara de tres chips CCD a color con sistema RGB, con una resolución de 440.000 píxeles (JVC KY-F58E). La calibración se realizó con la Escala de Grises de Kodak. Mediante análisis de imágenes a base de ordenador (Adobe Photoshop que incluye otras aplicaciones informáticas), las imágenes se prepararon para la medida cuantitativa del color de la muestra, expresada como intensidad media de color de toda la muestra, la intensidad media de color de la parte parduzca de la muestra, y además se calculó el área relativa de la parte parduzca. Durante la formación del color pardo de la muestra, la intensidad del color verde disminuye significativamente, y las áreas pardas se definen entonces como áreas con una intensidad de color verde menor que 100. El intervalo de intensidad de color total está comprendido entre 0 y 255 (resolución de 8 bit), en el que 0 es intensidad nula y 255 es intensidad completa. La intensidad de luz calibrada asegura que las medidas en series diferentes sean comparables.

60 La intensidad de color para cada píxel se calcula como el valor medio de las intensidades para el color rojo, verde y azul.

Después, se calcula la intensidad media del color como la intensidad promedio del color de todos los píxeles en la muestra y en la parte parduzca de la muestra, respectivamente. El área parduzca relativa se calcula como la relación entre el número de píxeles en la parte parduzca de la muestra y el número total de píxeles en toda la muestra.

65

ES 2 279 842 T3

Ejemplo 1

Pizza con queso de mozzarella

5 Se pesaron en un vaso de precipitados 20 g de queso de mozzarella (mozzarella Karoline's Dansk, 25% de proteína, 1% de hidratos de carbono y 21% de grasas). Se pulverizó sobre el queso 1 ml de disolución de hexosa oxidasa (7,5 unidades de HOX/ml). Como control, se pulverizó 1 ml de agua sobre otra muestra de queso de mozzarella. El queso se almacenó durante 2 horas a temperatura ambiente. Se obtuvo una masa a partir de harina, sal y agua. Se pesaron 10 g de la masa, y se colocaron en una cápsula de Petri. Se colocaron 5 gramos de queso de mozzarella sobre la parte superior de la masa, y se horneó a 225°C durante 7 min. Otra muestra se horneó durante 15 min. Después de hornearlas, las muestras se evaluaron subjetivamente. Las muestras se presentan en la Figura 1.

15 A partir de este ensayo, estaba claro que la aplicación de hexosa oxidasa al queso redujo la tendencia a la formación del color pardo como resultado de la reducción de la reacción de Maillard. Además, en muestras que se pusieron de color pardo, la presente invención proporcionó una coloración incluso más marrón sin tostación negra.

Ejemplo 2

20 Se trató queso de mozzarella de la manera enumerada en la Tabla 1, usando el procedimiento descrito en el Ejemplo 1.

TABLA 1

Ensayo nº	Queso, g	Agua, g	U de HOX/g de queso	Tiempo de almacenamiento, h	Temperatura de almacenamiento, °C
1	30	1,3	0	20	20
2	30	1,3	0,01	20	20
3	30	1,3	0,05	20	20
4	30		0	20	20
5	30	1,3	0,01	20	5
6	30	1,3	0,05	20	5
7	30	1,3	0,3	20	5
8	30	1,3	0,3	20	5

40 Después del tratamiento, las muestras de queso se colocaron sobre una masa y se hornearon durante 12 minutos a 225°C. Después de hornearlas, las muestras se evaluaron subjetivamente. Las muestras obtenidas se presentan en la Figura 2.

45 Los resultados muestran que 0,05 U de HOX por g de queso es claramente suficiente para reducir la formación del color pardo del queso almacenado a 20°C. Los resultados también muestran que la formación del color pardo se reduce incluso si el queso tratado con HOX se almacena a 5°C.

Ejemplo 3

50 Se trató queso de mozzarella de la manera enumerada en la Tabla 2, usando el procedimiento descrito en el Ejemplo 1.

TABLA 2

Ensayo nº	Queso, g	Enzima
1	20	Control, 1 ml de agua
2	20	1 ml de Hexosa Oxidasa, 0,74 Unidades/ml
3	20	1 ml de Galactosa Oxidasa, 63 Unidades /ml
4	20	1 ml de Glucosa oxidasa, 260 Unidades /ml

65 Después de 20 horas de almacenamiento a 20°C, las muestras de queso se aplicaron sobre una masa y se hornearon a 225°C durante 7 minutos. Las muestras de mozzarella horneadas se evaluaron subjetivamente. Las muestras obtenidas se presentan en la Figura 3.

ES 2 279 842 T3

Los resultados ilustran claramente que la hexosa oxidasa es muy eficaz reduciendo el grado de reacción de Maillard. La glucosa oxidasa y la galactosa oxidasa sólo tienen impacto limitado sobre el grado de la reacción de Maillard.

Ejemplo 4

El siguiente ejemplo se llevó a cabo a fin de investigar el efecto de la aplicación de la enzima, en particular hexosa oxidasa, a diferentes condiciones. Se estudió si la manera de aplicación de hexosa oxidasa sobre queso de mozzarella puede ser un parámetro crítico para la prevención de la reacción de Maillard en queso de mozzarella almacenado normalmente a 5°C y envasado en condiciones controladas.

Los ensayos de la Tabla 3 se llevaron a cabo usando queso de mozzarella (mozzarella Karoline's Dansk, 25% de proteína, 1% de hidratos de carbono y 21% de grasa).

TABLA 3

Ensayo nº	Unidades de Hexosa Oxidasa/g de queso	Tiempo de reposo, h, antes del envasado	Condición de envasado
1	0,1	0,5	Aire
2	1	0,5	Aire
3	Control	1,5	Aire
4	0,1	3	Aire
5	1	3	Aire
6	0,1	0,5	Vacío
7	1	0,5	Vacío
8	Control	1,5	Vacío
9	0,1	3	Vacío
10	1	3	Vacío

Las muestras se envasaron en bolsas de aluminio. La mitad de las muestras se envasaron al vacío, y la otra mitad se envasó con aire atmosférico normal. Todas las muestras se almacenaron a 5°C. Después de un almacenamiento durante 1 semana, las muestras de queso se hornearon durante 12 minutos de la manera descrita en el Ejemplo 1. Después de hornearlas, las muestras se evaluaron. Las muestras obtenidas se presentan en la Figura 4.

Los resultados ilustran claramente el efecto de la adición de HOX al queso. Los resultados muestran además que se puede obtener una reducción en la reacción de Maillard para productos envasados en aire y productos envasados a vacío después de un período de reposo.

Ejemplo 5

Se ensayó el efecto de la hexosa oxidasa sobre la formación de color pardo en un gratén obtenido mediante el siguiente procedimiento.

Se calentaron 75 g de mantequilla (p.f. 35°C) y 100 g de harina en una cazuela durante el mezclado. Se añadieron 350 ml de leche desnatada (calentada previamente hasta 90°C) durante el mezclado continuado. Se añadieron sal y pimienta. Se dividieron 4 huevos en la yema y en la clara. Las yemas de huevo se añadieron individualmente. La clara de huevo se batió hasta una espuma con 10 gramos de levadura en polvo, y se mezcló con cuidado en la masa. La masa se colocó en 2 bandejas de aluminio. Una de las bandejas se pulverizó con una disolución de 7,5 unidades de hexosa oxidasa/ml, y se mantuvo a temperatura ambiente durante 30 minutos. El gratén se horneó entonces en un horno con aire circulante a 175°C durante 20 minutos. Después de hornearlo, el gratén se evaluó visualmente. Las muestras obtenidas se presentan en las Figuras 5A. Otra muestra se trató de la manera según la Tabla 4 a continuación.

TABLA 4

Muestra	Enzima añadida	Color medio marrón	
1	0,1 ml de agua	117	
2	0,1 ml de disolución de HOX	0,75 U/ml	109
3	0,1 ml de disolución de HOX	1,50 U/ml	111
4	0,1 ml de disolución de HOX	7,50 U/ml	134
5	Control	116	

ES 2 279 842 T3

Después de hornearlo, el gratén se evaluó visualmente. Las muestras obtenidas se presentan en las Figuras 5B. Las medidas del color pardo medio, llevadas a cabo mediante análisis de imágenes, indican que la disolución de HOX que contiene 7,5 U/ml da un menor color pardo (valores más elevados indican una menor formación de color pardo). Los otros valores para el color pardo medio no son significativamente diferentes del control.

Los resultados muestran que la aplicación de HOX da una superficie menos oscura del gratén, indicando que se reduce la reacción de Maillard.

Ejemplo 6

Se estudió el efecto de HOX sobre la formación del color pardo de la mozzarella en un queso de mozzarella con bajo contenido de grasas (Cheasy: 13% de grasas, 33% de proteína y 1,5% de hidratos de carbono). A las muestras de queso se les dio el siguiente tratamiento:

1: control: 1 ml de agua añadida a 20 gramos de queso.

2: 0,2 ml de HOX (7,5 unidades/ml) a 20 gramos de queso.

3: 1 ml de HOX (7,5 unidades/ml) a 20 gramos de queso.

La enzima se aplicó sobre el queso pulverizando una disolución de la enzima sobre el queso rallado. Las muestras se almacenaron a 5°C durante 20 horas y después se colocaron sobre una masa en una bandeja de aluminio, y se hornearon durante 10 minutos a 225°C en un horno en el que circula aire. Después de hornearlas, las muestras se evaluaron. Las muestras se presentan en la Figura 6.

Los resultados ilustran claramente la capacidad de HOX para reducir la formación excesiva de color pardo de un queso de mozzarella con bajo contenido de grasa. También está claro que la reducción de la formación del color pardo depende de la dosis de hexano oxidasa.

Ejemplo 7

Se estudió el efecto de hexosa oxidasa sobre la formación del color pardo de la mozzarella pulverizando una cantidad diferente de HOX sobre queso de mozzarella. Después de pulverizar la disolución de HOX, el queso se almacenó durante 30 minutos o 3 horas a temperatura ambiente, y después se envasó al vacío en una bolsa de aluminio. Después de un almacenamiento de 14 días a 5°C, las muestras de queso se colocaron sobre una masa de pizza, y se hornearon durante 8 minutos a 225°C. Después de hornearlas, las muestras se evaluaron visualmente, y las fotografías de las muestras se analizaron mediante un analizador de imágenes. Las muestras de este experimento se presentan en la Figura 7. Los resultados del análisis de imágenes se dan en la Tabla 5.

TABLA 5

Ensayo nº	Unidad de Hexosa Oxidasa/g de queso	Tiempo de reposo, h, antes del envasado	Color medio de la pizza	Color medio marrón	% de área parda
1	0,1	0,5	125	106	61
2	0,1	3	146	122	22
3	1	0,5	173	125	0,9
4	1	3	172	127	0,6
5	Control	1,5	123	107	63

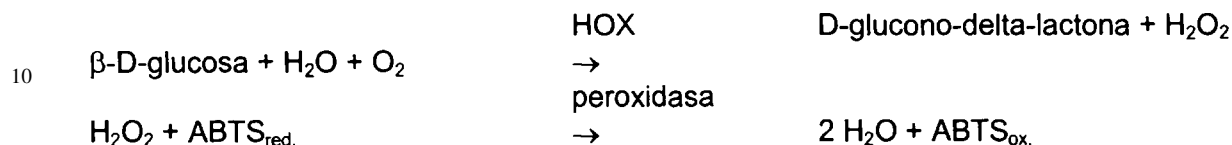
Como se muestra en la Figura 7, la reacción que da coloración parda se reduce enormemente por adición de hexosa oxidasa al queso de mozzarella. También está claro que la formación del color pardo depende de la dosis de HOX. También se observó que es importante el tiempo de reposo antes del envasado al vacío. En particular, a una dosis de 0,1 U/g, un tiempo de descanso de 0,5 h antes del envasado parece no ser suficiente para reducir sustancialmente la formación del color pardo de la reacción de Maillard. Sin embargo, es suficiente un tiempo de reposo de 3 h a esta dosis. A una dosis de 1 U/g, un tiempo de reposo de 0,5 h o 3 h antes del envasado reduce significativamente la formación del color pardo de la reacción de Maillard. Las diferencias mostradas en la Figura 7 se confirmaron por la medida media del color, en la que un valor más bajo indica un producto más pardo. También, el % del área parda está fuertemente influido por la adición de HOX al queso.

ES 2 279 842 T3

Ejemplo 8

Método de ensayo para la determinación de la actividad de hexosa oxidasa (ensayo de HOX)

- 5 Principio. El ensayo de HOX se basa en la medida del peróxido de hidrógeno generado en la oxidación de glucosa. El peróxido de hidrógeno se oxida con ABTS en presencia de peroxidasa para formar un colorante.



15 *Reactivos*

1. 100 mM de tampón de fosfato, pH 6,3
2. 55 mM de D-glucosa (SIGMA, G-8270) en 100 mM de tampón de fosfato, pH 6,3
- 20 3. ABTS (SIGMA, A 1888), 5,0 mg/ml en agua destilada
4. Peroxidasa (SIGMA, P-6782), 0,10 mg/ml en 100 mM de tampón de fosfato, pH 6,3.

25 *Sustrato*

- 4,600 ml de reactivo 2
- 0,200 ml de reactivo 3
- 30 0,200 ml de reactivo 4.

Ensayo

- 35 290 μ l de sustrato y
- 10 μ l de disolución de enzima.

40 La reacción se inicia mediante adición de la disolución de la enzima. La mezcla se incubó a 25°C, y se midieron las cinéticas de la reacción durante 10 minutos en un espectrofotómetro. La muestra testigo contiene todos los componentes excepto la disolución de enzima, que se sustituye por agua. A partir de la medida, se calcula la pendiente de la curva OD/min.

Curva patrón de peróxido de hidrógeno

- 45 Se puede construir una curva patrón de peróxido de hidrógeno usando concentraciones variables de disolución de H₂O₂ recientemente preparada (MERCK perhydrol 107298). Una unidad de actividad enzimática se define como la cantidad de enzima que produjo 1 μ mol de H₂O₂ por min. a 25°C.

50 Ejemplo 9

55 Se estudió el efecto de HOX sobre la formación de color pardo del queso de pizza, en combinación con catalasa. El fin de añadir catalasa en combinación con HOX es eliminar el peróxido de hidrógeno formado por la conversión catalítica de lactosa y galactosa a los ácidos correspondientes, debido a que el peróxido de hidrógeno puede participar en algunas reacciones secundarias indeseadas y puede crear mal sabor, por ejemplo, mediante oxidación de lípidos.

La catalasa cataliza la siguiente reacción:



En este experimento, se trataron 60 g de queso mozzarella (Karolina's Dansk Mozzarella, 25% de proteína, 1 g de hidrato de carbono y 21% de grasa) con las cantidades de enzima mostradas en la Tabla 6.

65

ES 2 279 842 T3

TABLA 6

Ensayo nº	Units de HOX/g de queso	Unidades de Catalasa/g de queso
1	0	0
2	0,5	0
3	0	1
4	0,5	1
5	0,17	0,33

La catalasa usada procede de Sigma, nº de cat. C3515.

Procedimiento: se pulverizaron disoluciones enzimáticas de HOX y catalasa sobre el queso de mozzarella, y después se almacenó a temperatura ambiente durante 2 horas. Seguidamente, se colocaron 8 gramos del queso tratado con la enzima sobre la parte superior de 16,7 gramos de masa en una bandeja de aluminio, y se horneó a 275°C durante 6 minutos.

Los resultados de los experimentos de cocción en el horno se muestran en la Figura 8.

A partir de los resultados en la Figura 8, está claro que la adición de 0,5 U de HOX/g de queso (ensayo 2) reduce la reacción de Maillard, y proporciona una coloración menos parduzca al queso. También se observa el mismo efecto cuando se combinan 0,5 U de HOX/g con 1 U de catalasa/g (ensayo 4). La catalasa sola (ensayo 3) no contribuye a la reducción de la reacción de Maillard.

Ejemplo 10

En los Ejemplos anteriores se ha demostrado que HOX puede oxidar azúcares reductores en queso de mozzarella, y de este modo reducir la tendencia a la reacción de Maillard cuando el queso de mozzarella se cocina en el horno.

En estos experimentos, se aplicó HOX pulverizando una disolución de HOX sobre el queso. Esto puede crear problemas de manipulación debido a que el queso se humedece y se pone pegajoso; esto puede limitar la aplicación del queso rallado a la pizza o a otros alimentos.

Para superar este problema, se aplicó HOX a queso de mozzarella en forma de polvo. Esta es una forma muy conveniente de añadir la enzima debido a que normalmente se añade un agente antiapelmazante, tal como almidón, al queso rallado como la mozzarella, a fin de evitar que se pegue durante el almacenamiento.

En el siguiente experimento, se añadió HOX como polvo a queso de mozzarella a dos concentraciones, 1 U/g y 0,1 U/g de queso, y a 25 y 5°C.

Parte experimental

Se mezcló HOX en forma de polvo con almidón de patata. Se mezclaron 1,5 g de almidón de patata con HOX con 98,5 g de queso de mozzarella para dar una dosis final de 1 unidad o 0,1 unidades de HOX por gramo de queso. Como control, se mezcló queso de mozzarella con almidón de patata sin nada de HOX.

Ejemplo 10a

Se colocaron 100 g de queso en una botella con tapa azul (310 ml), y se colocó un sensor de oxígeno en la botella con una tapa cerrada herméticamente. Se registró el consumo de oxígeno como función del tiempo.

Se ensayó 1 U de HOX/g de queso a 25°C, y se registró la cantidad de oxígeno en las botellas en función del tiempo, Figura 9. Este resultado ilustra claramente que HOX también es activa cuando se añade como polvo al queso. Esto es sorprendente puesto que se puede elucidar que HOX añadida como polvo, en condiciones con menor actividad acuosa, puede ser menos eficaz.

Como se muestra en la Figura 9, todo el oxígeno en la botella fue consumido por HOX.

Basándose en el volumen de aire en la botella, se calculó que se consumieron 0,018 moles de oxígeno. Sabiendo que HOX oxida un mol de lactosa durante el consumo de un mol de oxígeno, se calculó que se oxidó 0,62% de lactosa. Conociendo la cantidad típica de azúcar que queda en el queso de mozzarella, se concluyó que casi todo el azúcar reductor se oxidó. Esto proporciona una prueba de que se produce una difusión del azúcar o de HOX en el queso.

ES 2 279 842 T3

Ejemplo 10b

Después de un día, se colocaron 10 g de queso en una bandeja de aluminio, y se hornearon a 275°C durante 6 minutos. En la Figura 10 se muestran los resultados del ensayo de horneado. La Figura 10 muestra claramente que HOX reduce el efecto de la formación del color pardo durante el horneado.

Ejemplo 10c

En el siguiente experimento, sólo se añadieron 0,1 U de HOX/g de queso, y se almacenaron 100 g de queso a 25°C en una botella cerrada (310 ml) con un sensor de oxígeno. El consumo de oxígeno fue seguido como función del tiempo, según se muestra en la Figura 11.

Como era de esperar, la reacción fue más lenta debido a la adición de HOX, pero también en este experimento estaba claro que una parte principal del azúcar que queda se oxidó en un día.

Ejemplo 10d

Puesto que el queso se almacena normalmente en un refrigerador después de envasarlo, es interesante saber si HOX, en estas condiciones, también puede oxidar azúcares reductores en el queso.

En este experimento se añadió 1 U de HOX/g de queso a queso de mozzarella, y se almacenaron 100 g de queso a 5°C en una botella cerrada (310 ml) con un sensor de oxígeno. El consumo de oxígeno se siguió como función del tiempo, según se muestra en la Figura 12.

Los resultados en la Figura 12 muestran claramente que HOX es activa a 5°C durante el consumo de todo el oxígeno en la botella. Desde el punto de vista de la producción, esto puede ser beneficioso porque la reacción no descansa en mantener la temperatura a la temperatura ambiente o a una temperatura superior, sino que el queso tratado con HOX se puede almacenar inmediatamente a 5°C, temperatura a la que los azúcares reductores son oxidados al ácido correspondiente, lo que reducirá la capacidad del queso para producir la reacción de Maillard cuando el queso se hornee. Como un beneficio adicional, el oxígeno en el envase se consume, lo que reducirá la actividad microbiana en el queso, y mejorará el período de caducidad, pudiéndose eliminar la necesidad de un envasado en atmósfera controlada.

Basándose en las medidas de oxígeno en las botellas con queso, es posible calcular la velocidad de oxidación expresada como consumo de oxígeno por minuto.

En la Figura 13 se muestra la velocidad de oxidación del queso tratado con HOX en diferentes condiciones.

La velocidad de reacción a 25°C es, como era de esperar, mayor que a 5°C cuando se añade 1 U de HOX/g de queso, y es de esperar que la difusión del sustrato y de la enzima, y no la concentración de la enzima, sean los factores limitantes.

Cuando se añade 0,1 U de HOX/g, el cambio en la velocidad de oxidación es mucho más pequeño, y esto indica que, a esta dosis, existe un equilibrio entre la actividad enzimática y la difusión del sustrato en el queso.

Ejemplo 11

Durante las últimas dos décadas se ha incrementado significativamente el consumo de patata frita en forma de patatas fritas en tira y de patatas fritas en discos. Uno de los parámetros importantes en la producción de patatas fritas es la cantidad de azúcar reductor. La cantidad debería permanecer baja, debido a que una cantidad elevada de azúcar reductor crea más reacciones de Maillard que contribuyen a niveles no requeridos de formación de color pardo.

A fin de evitar un incremento en la cantidad de azúcar reductor en las patatas durante el almacenamiento de las patatas, a menudo se pulverizan con un herbicida denominado clorprofam, que evita que la patata crezca echando brotes. El crecimiento en brotes induce amilasas en la patata, lo que a su vez forma azúcares reductores.

En este estudio se investigó si es posible mejorar el aspecto de las patatas fritas añadiendo HOX a las patatas cortadas antes de freírlas.

60 Procedimiento

Se usaron patatas que se hicieron crecer con abono orgánico, a fin de asegurarse de que no se usaron herbicidas. Las patatas se pelaron y se cortaron en rodajas de 2 mm de grosor, usando un procesador de alimentos. La mitad de las rodajas se sumergieron en una disolución acuosa de HOX que contiene 100 unidades/ml, durante 3 minutos. La otra mitad de las rodajas de patata se sumergieron en agua durante 3 minutos. Las rodajas se almacenaron entonces en un recipiente cerrado durante toda la noche (16 horas), y después se frieron en aceite vegetal durante 2 minutos a 180°C.

Resultados

Cuando estas rodajas de patata se fríen en aceite a 180°C durante 2 minutos, las patatas fritas muestran algunas diferencias como se presentan en las Figuras 15 y 16.

5

Las áreas muy pardas de la Figura 14 se explican mediante una rodaja de patata más fina en estas áreas, y no se deberían de tener en cuenta para la evaluación. Está claro que la rodaja de patata tratada con HOX produce una superficie más dorada en comparación con el control, el cual es más grisáceo. Las diferencias de aspecto son más claras en la Figura 15, en la que la superficie dorada de la rodaja tratada con HOX es claramente diferente de la del control.

10

Conclusión

Las rodajas de patatas fritas preparadas a partir de rodajas de patata tratadas con HOX tienen una superficie más clara y más dorada en comparación con las del control. Son de esperar efectos más pronunciados del tratamiento con HOX si las patatas brotaron antes de freírlas.

15

Todas las publicaciones mencionadas en la memoria descriptiva anterior se incorporan aquí como referencia. Se pondrán de manifiesto para los expertos en la materia diversas modificaciones y variaciones de los métodos descritos y del sistema de la invención sin separarse del alcance ni del espíritu de la invención. Aunque la invención se ha descrito en relación con realizaciones preferidas específicas, se debería de entender que la invención, según se reivindica, no se debe de limitar innecesariamente a tales realizaciones específicas. De hecho, diversas modificaciones de los modos descritos para llevar a cabo la invención, que son obvias para los expertos en la química o en campos relacionados, están destinadas a estar comprendidas dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la prevención y/o reducción de la reacción de Maillard en un producto alimenticio calentado que contiene (i) una proteína, un péptido o un aminoácido, y (ii) un azúcar reductor, comprendiendo el procedimiento poner en contacto el producto alimenticio con una enzima que puede oxidar un grupo reductor del azúcar, en el que la enzima se pone en contacto con el producto alimenticio durante su preparación, o después de que el producto alimenticio se haya preparado pero antes de que el producto alimenticio se someta a condiciones que puedan dar como resultado la reacción de Maillard, y el producto alimenticio es un producto alimenticio lácteo, un producto alimenticio a base de leche o que contiene leche, un gratén, un producto alimenticio a base de huevo, un producto alimenticio que contiene huevo, un producto alimenticio frito en sartén o frito por inmersión, o una patata;

10 en el que la enzima puede oxidar el grupo reductor de un monosacárido y el grupo reductor de un disacárido, y en el que la enzima puede oxidar el azúcar en la posición 1.

15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en la que la enzima es hexosa oxidasa (EC1.1.3.5).

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que el azúcar reductor es lactosa o galactosa.

20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que el azúcar reductor es galactosa.

5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el producto alimenticio es un producto alimenticio lácteo.

25 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el producto alimenticio es queso.

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el producto alimenticio es queso de mozzarella.

30 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el producto alimenticio es una patata o una parte de una patata.

9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la enzima se pone en contacto con el producto alimenticio durante la producción del producto alimenticio.

35 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la enzima se pone en contacto con el producto alimenticio después de la producción del producto alimenticio.

40 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la enzima se pulveriza sobre el producto alimenticio como una disolución o dispersión.

12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la disolución/dispersión comprende la enzima en una cantidad de 1-50 unidades de hexosa oxidasa/ml.

45 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el procedimiento comprende además la etapa de poner en contacto el producto alimenticio con una catalasa.

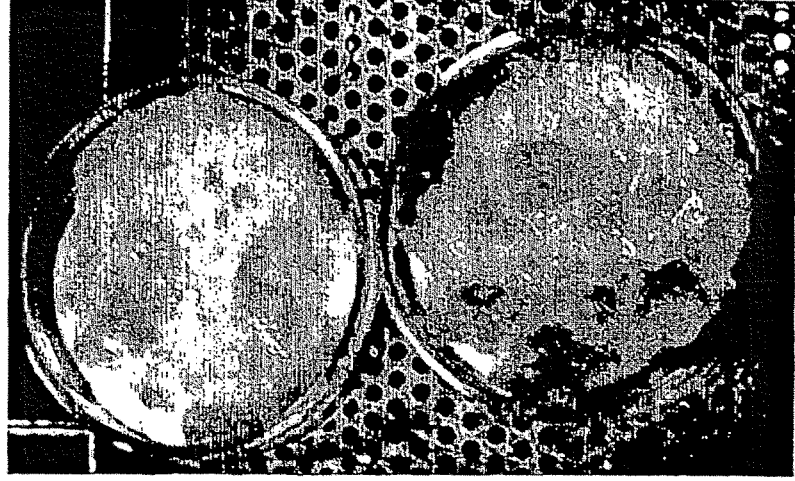
50 14. Uso de una enzima para la prevención y/o reducción de la reacción de Maillard en un producto alimenticio calentado que contiene (i) una proteína, un péptido o un aminoácido, y (ii) un azúcar reductor, en el que la enzima puede oxidar un grupo reductor del azúcar, en el que la enzima se pone en contacto con el producto alimenticio durante su preparación, o después de que el producto alimenticio se haya preparado pero antes de que el producto alimenticio se someta a condiciones que puedan dar como resultado la reacción de Maillard, y el producto alimenticio es un producto alimenticio lácteo, un producto alimenticio a base de leche o que contiene leche, un gratén, un producto alimenticio a base de huevo, un producto alimenticio que contiene huevo, un producto alimenticio frito en sartén o frito por inmersión, o una patata; en el que la enzima puede oxidar el grupo reductor de un monosacárido y el grupo reductor de un disacárido, y en el que la enzima puede oxidar el azúcar en la posición 1.

60

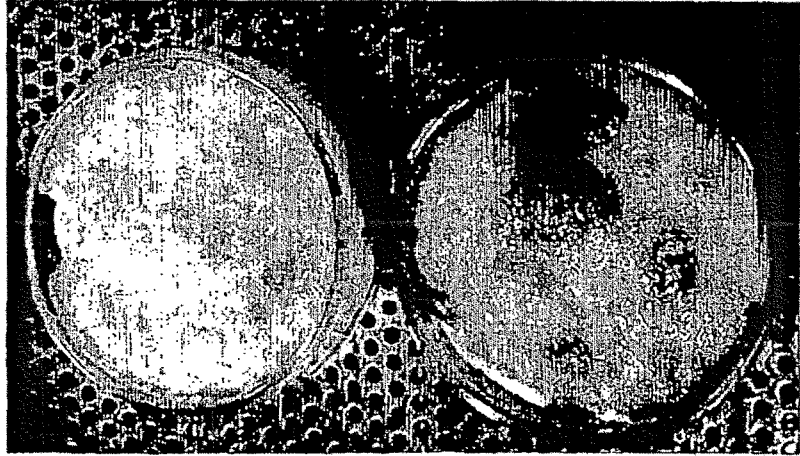
65

Figura 1 - Queso de mozzarella horneado

Tiempo de horneado
15 minutos, 225 °C



Tiempo de horneado
7 minutos, 225 °C



**Con
Hexosa Oxidasa**

Control

Figura 2 - Queso de mozzarella tratado con Hexosa Oxidasa

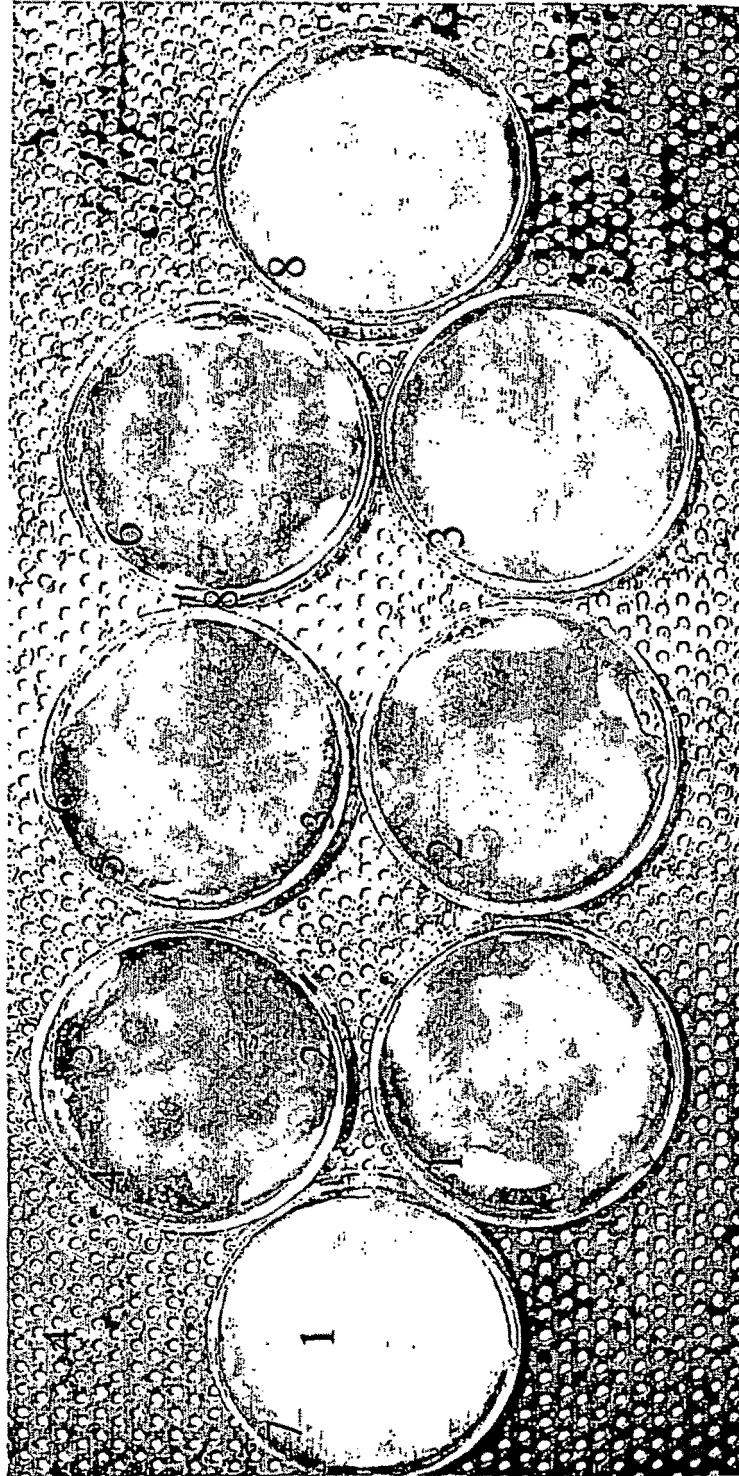
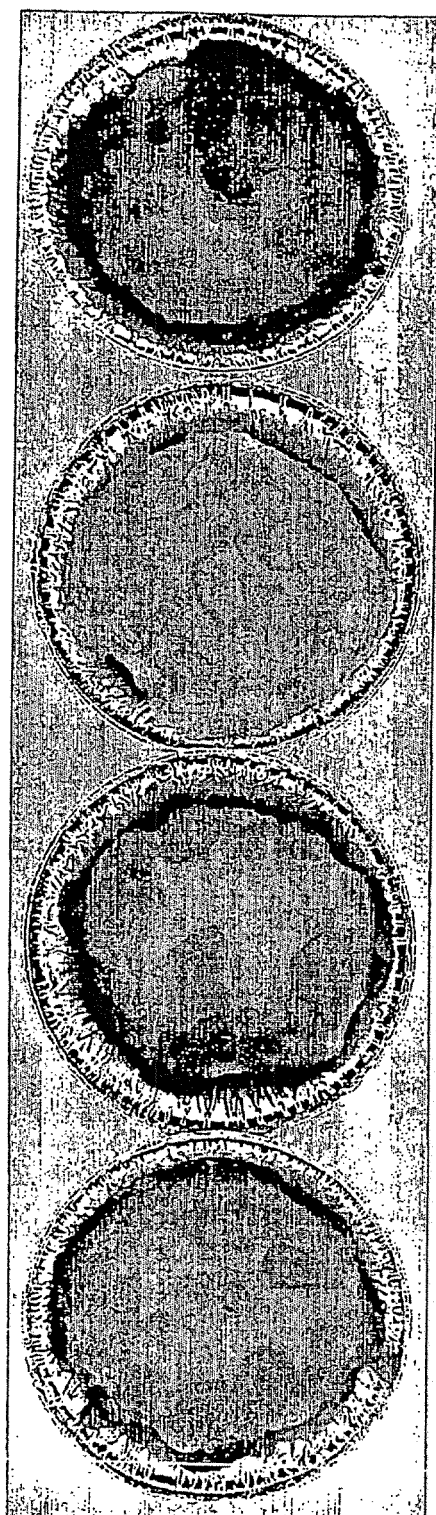


Figura 3- Queso de mozzarella tratado con enzimas oxidativas



**Glucosa
Oxidasa**

**Galactosa
Oxidasa**

**Hexosa
Oxidasa**

Control

Figura 4 - Queso de mozzarella con Hexosa Oxidasa

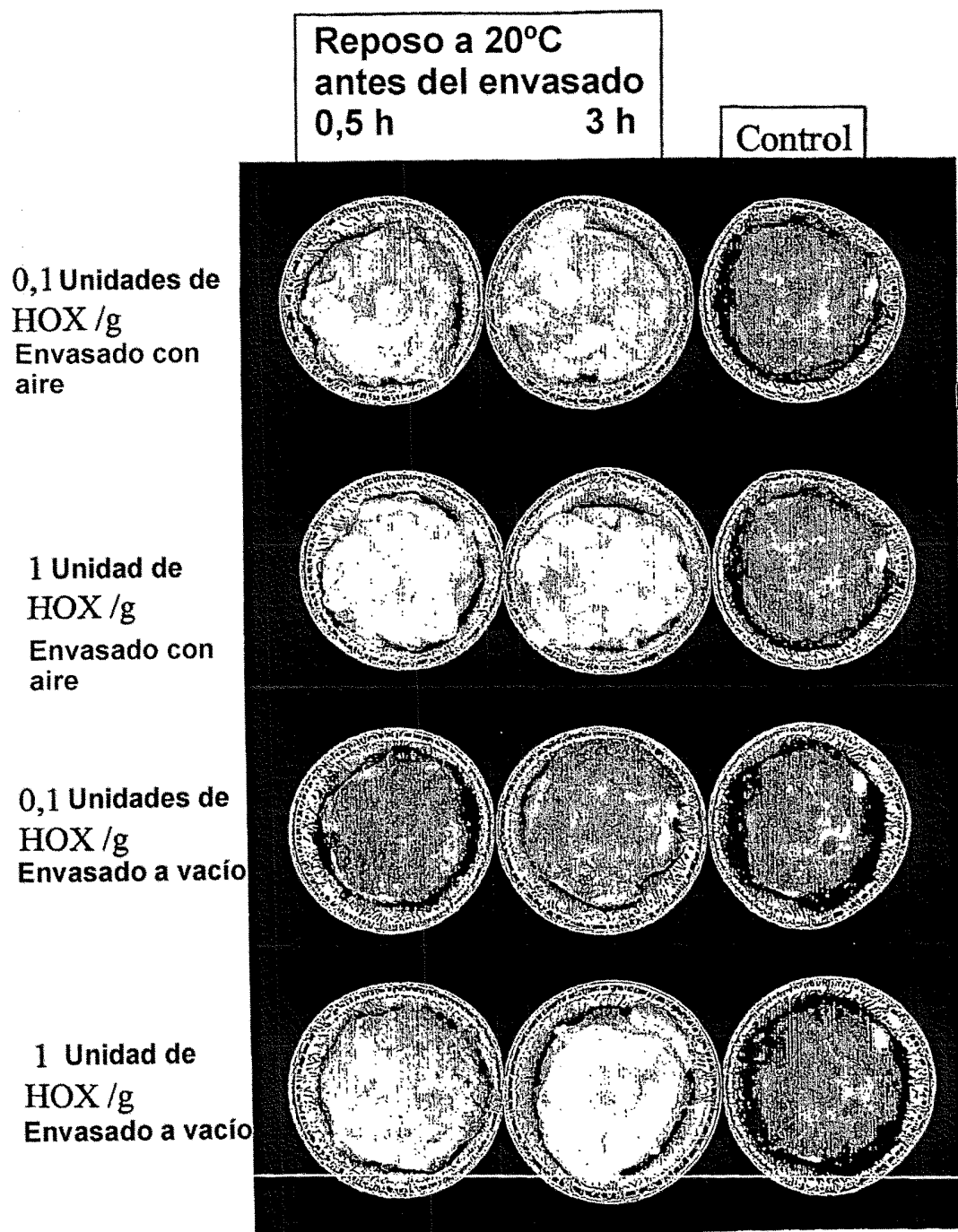
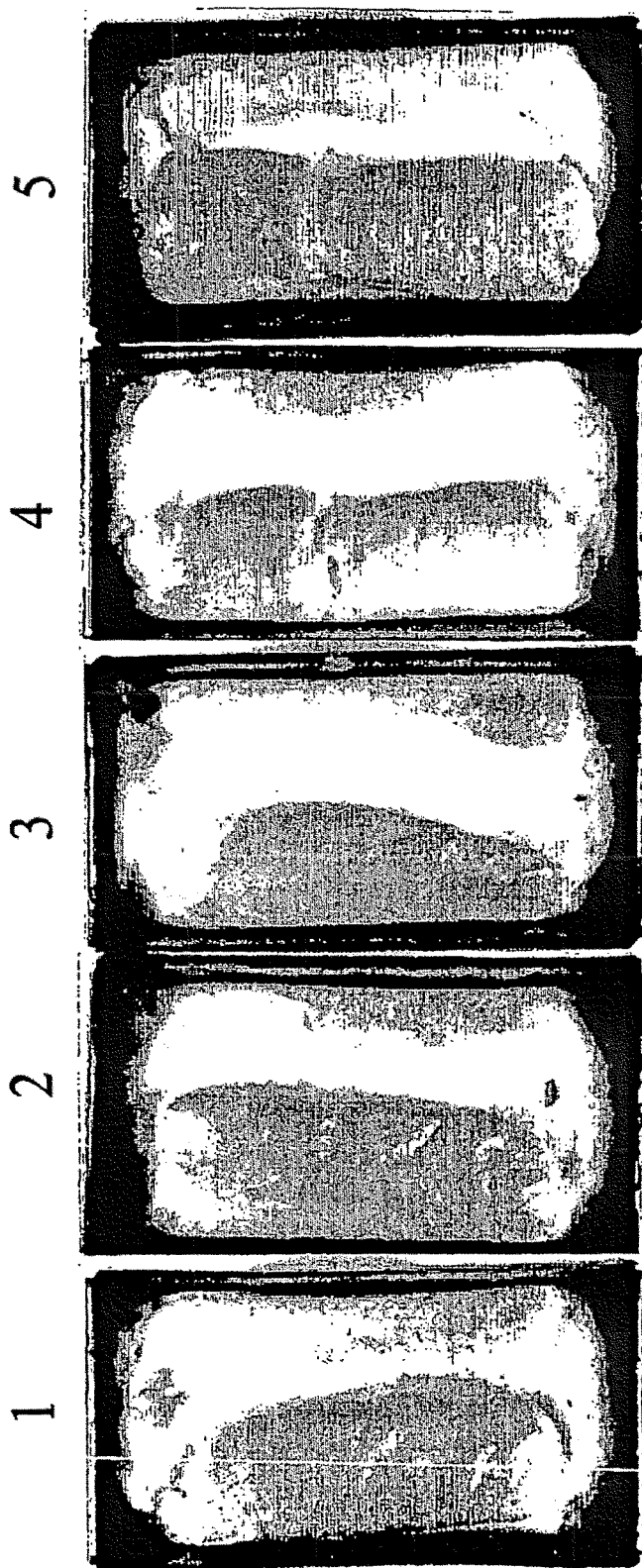


Figura 5A - Gratén Horneado con Hexosa Oxidasa



Figura 5B - Gratén horneado con Hexosa Oxidasa



**Figura 6 - Queso de mozzarella con bajo contenido de grasa
tratado con Hexosa Oxidasa**



Figura 7 - Queso de mozzarella tratado con Hexosa Oxidasa, Ejemplo 8.

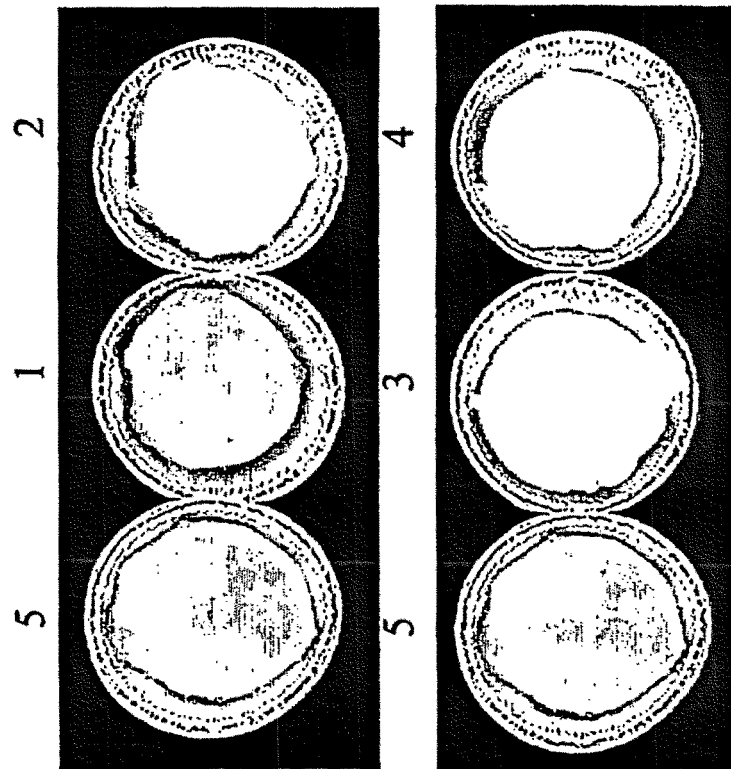




Figura 8

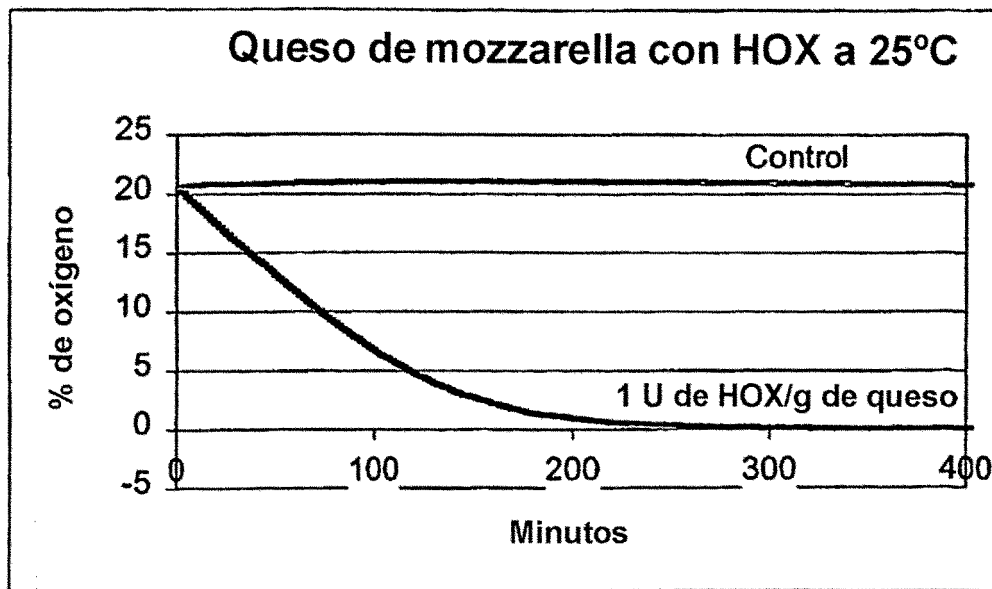


Figura 9

Control

1 U de HOX/g de queso

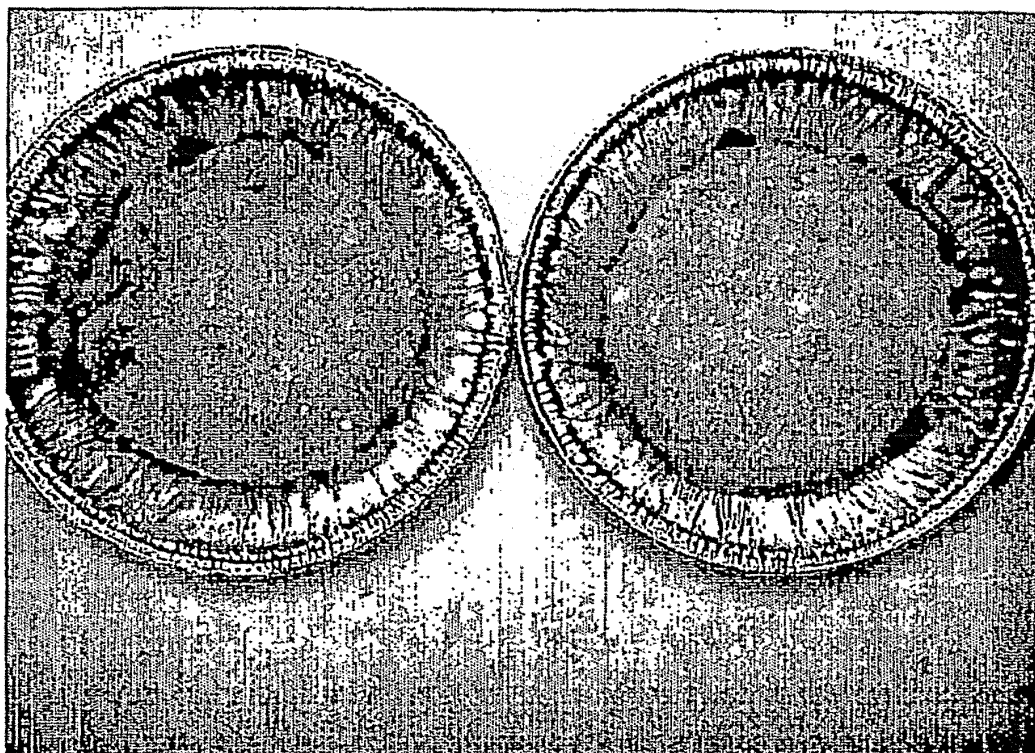


Figura 10

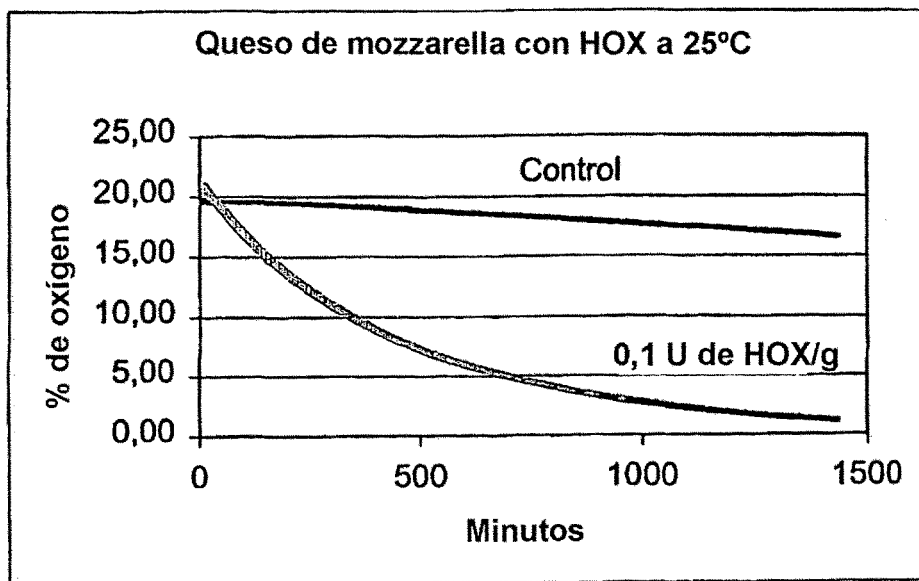


Figura 11

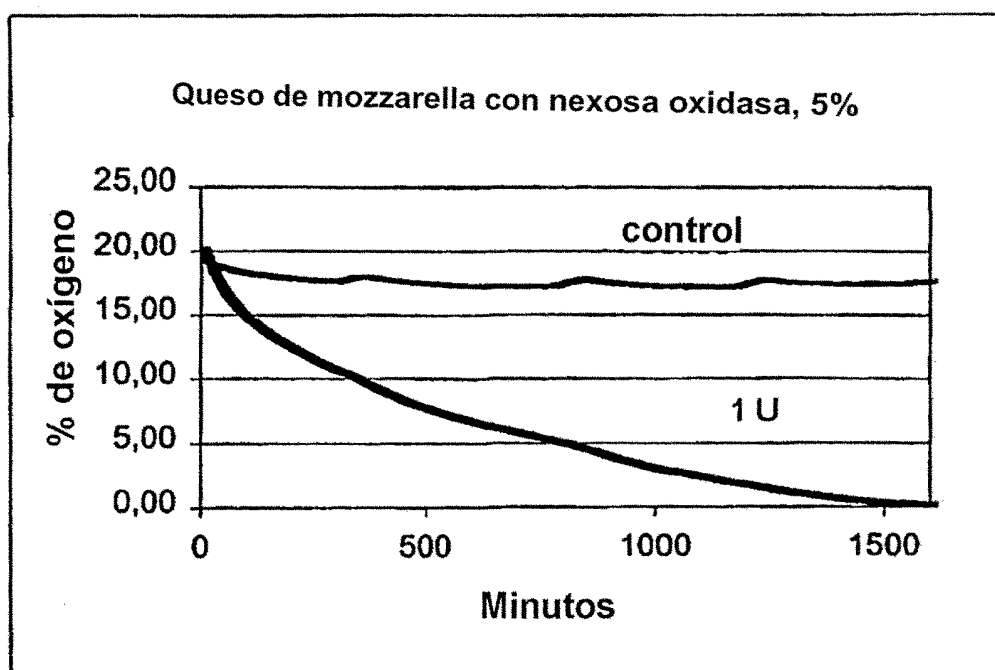


Figura 12

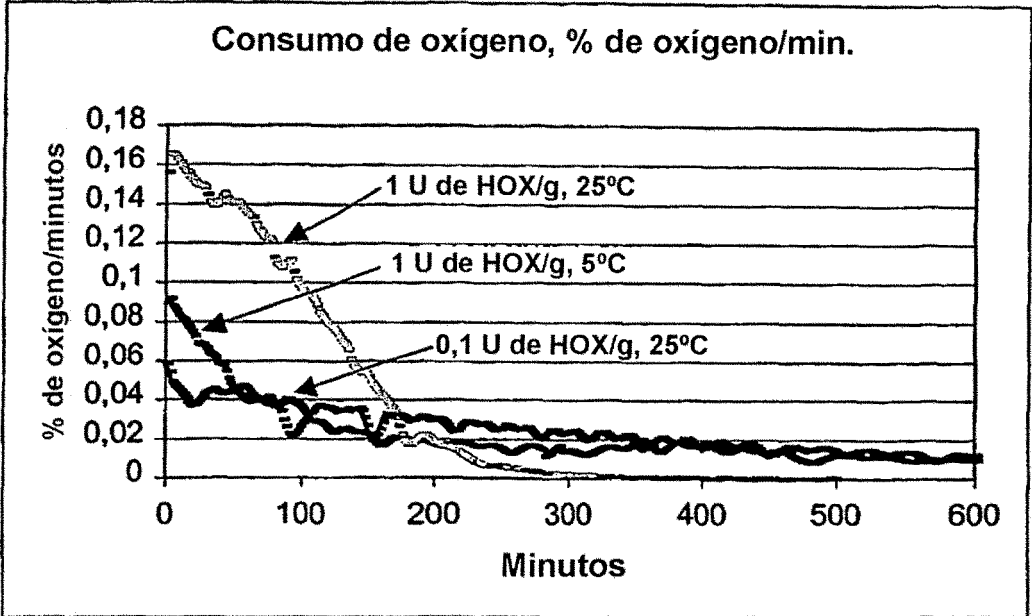


Figura 13

Tratado con HOX

Control

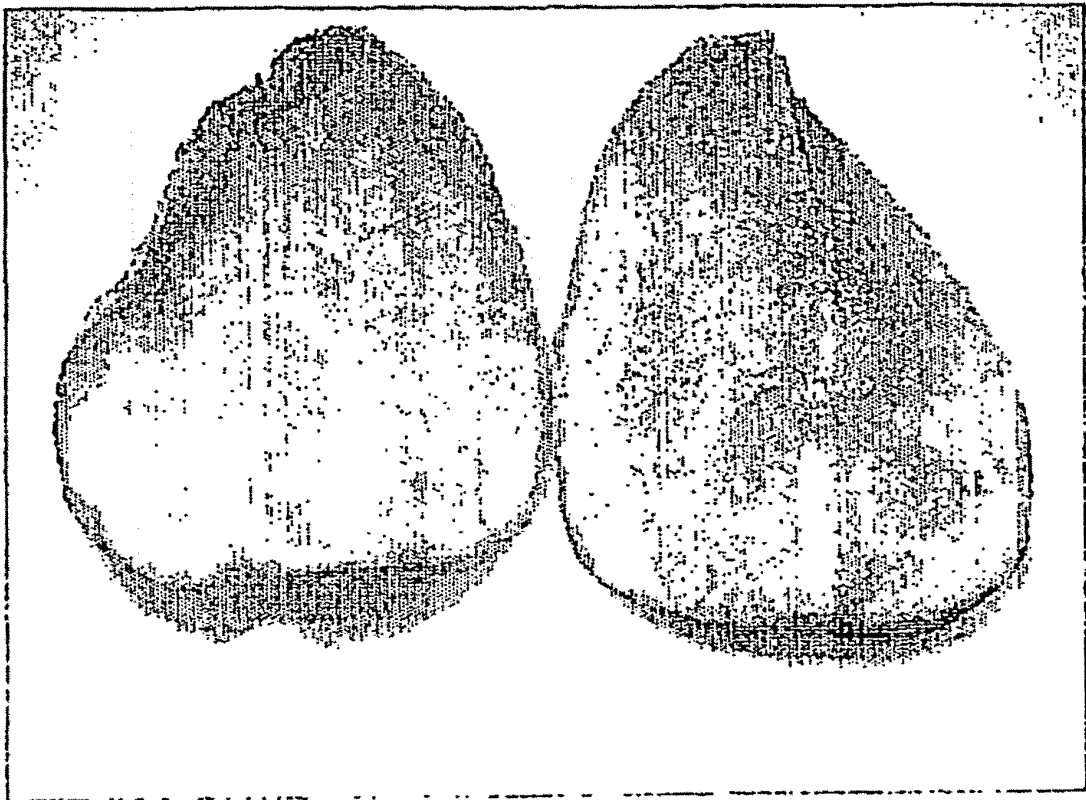


Figura 14

Tratado con HOX

Control



Figura 15