

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 259**

51 Int. Cl.:

A23L 1/303 (2006.01)

A23L 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2009 E 09808463 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2337461**

54 Título: **Método para enriquecer alimentos en vitamina D usando levadura y luz UV**

30 Prioridad:

21.08.2008 SE 0801820

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

07.05.2015

73 Titular/es:

**VIASOLDE AB (100.0%)
Dalstigen 4
262 63 Ängelholm, SE**

72 Inventor/es:

**EKLUND-JONSSON, CHARLOTTE;
JOHANSSON, SARA;
HJORTMO, SOFIA y
LINDQVIST, HELEN**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 535 259 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para enriquecer alimentos en vitamina D usando levadura y luz UV

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un método para el enriquecimiento de alimentos que contienen ascomicetos, tales como levaduras y vitaminas.

10 **Técnica anterior**

La vitamina D es una vitamina liposoluble que en los seres humanos, entre otras cosas, regula las concentraciones de calcio y fósforo en la sangre y regula la mineralización del esqueleto. Junto con la luz solar (UVB), se puede formar la vitamina D₃, una forma de la vitamina D, en la piel del ser humano a partir de la provitamina 7-deshidrocolesterol.

La provitamina se convierte en la previtamina D₃ después de la exposición a la luz ultravioleta; después, la previtamina se transforma en la vitamina D₃ fisiológicamente activa con ayuda del calor. La vitamina D₃ también se puede recibir de diversos alimentos y, en especial, de alimentos de origen animal, como el pescado, las grasas para cocinar, los huevos, los productos lácteos y la carne.

En los hongos, por ejemplo, en la levadura, el ergosterol funciona como una provitamina y, con ayuda de la luz ultravioleta y el calor se puede transformar en la vitamina D₂. Al igual que la vitamina D₃, la vitamina D₂ es fisiológicamente activa en el cuerpo humano.

Dado que la vitamina D es importante para la intercalación del calcio en el esqueleto, se ha demostrado que una carencia de vitamina D conlleva un aumento del riesgo de osteoporosis. En los últimos años también se ha demostrado que una ingesta adecuada de vitamina D puede reducir el riesgo de padecer otras enfermedades, tales como el cáncer de colon y de mama, cardiovascularopatías, la esclerosis múltiple, la psoriasis y la diabetes.

Durante los periodos en los que no hay suficiente luz solar para producir la vitamina D en la piel, por ejemplo, durante la temporada de invierno en latitudes septentrionales, las personas de edad avanzada y, sobre todo, las personas con la piel más oscura, corren un gran riesgo de no recibir suficiente vitamina D. La dieta cobra entonces una gran importancia como fuente de vitamina D. Los vegetarianos y los veganos que no reciben vitamina D de la dieta tienen que depender exclusivamente de complementos alimenticios.

En el documento FR 1000200 A se divulga un método en el que se somete a luz UV con longitudes de onda de entre 260 y 300 nm durante la preparación del pan. El ergosterol se convierte en vitamina D₂ durante la irradiación de una solución acuosa que comprende levadura, sal y proteína del grano de trigo.

En el documento FR 1521659 A se divulga un método de enriquecimiento de alimentos en vitamina D, en el que se somete levadura a luz UV para transformar la provitamina D en vitamina D.

Ann-Mari Natri divulga en "Bread fortified with cholecalciferol increases the serum 25-hydroxyvitamin D concentration in women as effectively as a cholecalciferol supplement". The Journal of nutrition, 1 de enero de 2006 (2006-01-01), páginas 123-127, documento XP055076926, un método para preparar pan fortificado que implica la adición directa de colecalciferol en forma de polvo.

En el documento US 2008/138469 A1 se divulga un método donde se somete levadura a luz UV y se observa una fortificación con vitamina D₂ debido a la conversión del ergosterol. Esta levadura enriquecida en vitamina D₂ se puede usar en la preparación de pan, al añadirla a la masa.

En el documento JP 8298981 A se divulga levadura suspendida en agua antes de irradiarla, lo que transforma el ergosterol presente en dicha levadura en vitamina D₂.

Kawazoe T divulga en "Efficient transformation of ergosterol to vitamin D-2 by ultraviolet light irradiation", Journal of the Japanese Society For Food Science and Technology, vol. 42, n.º 4, 1995, páginas 262-267, documento XP008136565, la irradiación de diferentes tipos de hongos, levaduras y mohos y la transformación del ergosterol presente en los mismos en vitamina D₂.

En el documento CN 101057658 A se divulga la irradiación de setas para enriquecerlas en vitaminas.

Sin embargo, existe la necesidad de proporcionar alimentos capaces de aportar vitamina D, en especial, a los individuos que tienen dificultades para cubrir la necesidad de vitamina D con una dieta ordinaria. Por lo tanto, un objetivo de la invención es proporcionar tales alimentos que son vegetarianos y fácilmente accesibles. Otro objetivo de la invención es ofrecer alimentos con una cantidad aumentada de vitamina D sin aditivos de enriquecimiento en

vitaminas particulares, ya que muchos consumidores se muestran escépticos en cuanto a los aditivos en los alimentos.

Sumario de la invención

5 De acuerdo con la invención, ahora se ha desarrollado un método para enriquecer con vitaminas alimentos que contienen ascomicetos, tales como la levadura. El método de acuerdo con la invención se caracteriza principalmente porque el ergosterol de los alimentos se convierte en vitamina D₂ al colocar el alimento bajo una fuente de luz ultravioleta e iluminar el alimento con luz ultravioleta con una longitud de onda de entre 100 y 400 nm y porque el alimento es pan horneado a partir de masa fermentada.

Se ha demostrado que se logran buenos resultados con una fuente de luz que, durante la etapa de iluminación, se dispone a una distancia de entre 0 y 2 m de los alimentos.

15 Un tipo de alimento que es adecuado para su tratamiento con el método de acuerdo con la invención es el pan horneado a partir de masa fermentada, ya que este pan contiene levadura y, por tanto, ergosterol que se puede convertir en vitamina D.

20 Preferentemente, el pan es pan envasado en porciones, ya que este pan ofrece una gran superficie expuesta e iluminable en relación con su volumen. Un pan envasado en porciones especialmente adecuado son las hogazas redondas, por ejemplo, las hogazas de centeno.

25 Se ha demostrado que la temperatura a la que se iluminan los alimentos con luz ultravioleta tiene una importancia menor. Es posible obtener una concentración aumentada de vitamina D₂ en un alimento que contiene levadura a temperaturas superiores a 10 °C. Sin embargo, los productos con una temperatura inferior a 10 °C también pueden obtener una concentración aumentada de vitamina D₂ a través del calentamiento de la capa de superficie durante la iluminación.

30 Para alcanzar concentraciones adecuadas de vitamina D en los alimentos, es suficiente con iluminar los alimentos durante un periodo de tiempo relativamente corto. El tiempo de iluminación puede ser de 0,1 - 60 segundos, preferentemente, de 2-30 segundos y, más preferentemente, de 3-5 segundos. Los tiempos de iluminación cortos son especialmente adecuados para métodos continuos, por ejemplo, a medida que se hace avanzar el pan u otro alimento en una cinta transportadora y se deja que pase bajo una fuente de luz.

35 De forma ventajosa, se puede ajustar el tiempo de iluminación para tratar el alimento hasta una cantidad predeterminada de vitamina D₂, por ejemplo, hasta una cantidad que corresponde al 30 % de la ingesta diaria recomendada por ración del alimento. Preferentemente, se puede ajustar el tiempo de iluminación para reflejar los cambios introducidos en la ingesta diaria recomendada como consecuencia de nuevos descubrimientos en investigaciones o recomendaciones de autoridades públicas.

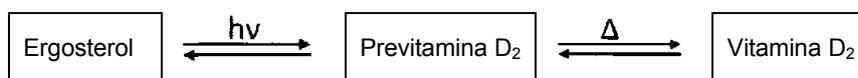
40 Preferentemente, el método de acuerdo con la invención se aplica a un método continuo donde se transporta el alimento y se hace pasar por la fuente de luz ultravioleta a una velocidad ajustada para alcanzar un grado predeterminado de iluminación y, por tanto, una concentración determinada de vitamina D en el alimento. En un método continuo, el tiempo de iluminación se determina en parte por la velocidad de la cinta transportadora y en parte por la cantidad de luz que se suministra por unidad de superficie. De forma alternativa, es posible iluminar alimentos en un método no continuo durante un periodo de tiempo específico.

50 Algunas de las longitudes de onda dentro del intervalo mencionado de 100-400 nm también tienen efectos antibióticos, por ejemplo, la de 254 nm. Esto da lugar a la eliminación de microorganismos indeseados al mismo tiempo que se forma la vitamina D₂.

Descripción de la invención

La conversión de ergosterol en vitamina D₂ se produce de acuerdo con la siguiente ecuación química simplificada.

Ecuación química:



60 $h\nu$ = luz de una longitud de onda específica

Δ = calor

Se puede iluminar pan que contiene levadura y, por tanto, también ergosterol, con luz ultravioleta y, de ese modo, recibir una concentración aumentada de vitamina D₂.

De acuerdo con la invención, se ilumina pan que contiene ergosterol con luz ultravioleta, lo que da lugar a la formación de vitamina D₂. La vitamina D₂ se forma durante la iluminación de luz ultravioleta con longitudes de onda de 100-400 nm, a una distancia de 0-2 m, a temperaturas superiores a 10 °C.

5 Las ventajas con un pan que contiene vitamina D₂ es que un gran número de consumidores pueden recibir su cantidad diaria de vitamina D incluso durante la temporada de invierno, cuando la cantidad de luz solar en los países nórdicos es insuficiente para formar la vitamina D en la piel. Esto es especialmente ventajoso para los vegetarianos y los veganos, que no comen pescado, huevos o carne, alimentos que son ricos en vitamina D. Dado que los
10 veganos tampoco comen productos lácteos, que en Suecia están enriquecidos con vitamina D, este grupo obtiene una especial ventaja de un pan rico en vitamina D. Asimismo, las personas de edad avanzada y las personas con la piel más oscura se benefician de la presente invención, ya que para ellos es más difícil producir vitamina D en la piel. También pueden beneficiarse del pan enriquecido con vitamina D grupos como la gente alérgica a la leche o los intolerantes a la lactosa. Las mujeres embarazadas y en periodo de lactancia también necesitan una adición
15 aumentada de vitamina D, ya que tienen que cubrir tanto su propia necesidad de vitamina D como la del feto.

Por tanto, la invención admite que es posible aumentar de manera sencilla y natural la cantidad de vitamina D en alimentos que contienen ascomicetos tales como la levadura. En estudios iniciales se ha demostrado que los productos vegetarianos a base de *Fusarium venenatum* también son adecuados para enriquecerlos con vitamina D
20 con la ayuda de la luz ultravioleta.

La concentración de vitamina D₂ obtenida después de la exposición a la luz ultravioleta depende del contenido en hongos y de la forma del producto (es decir, del tamaño de la superficie expuesta en relación con el volumen) y, por tanto, variará. La conversión de ergosterol en vitamina D₂ en productos que contienen *Fusarium venenatum* durante
25 la iluminación con luz ultravioleta es muy eficaz, ya que la cantidad de ergosterol es elevada.

Debido al hecho de que la luz ultravioleta convierte el ergosterol del hongo en vitamina D, no es necesario incorporar aditivos a los alimentos. Esto es una ventaja, tanto porque los consumidores pueden mostrarse escépticos en cuanto a los aditivos en los alimentos como porque el enriquecimiento de los alimentos tales como el pan es difícil y afecta a las recetas y al número de ingredientes del alimento. Con la iluminación con luz ultravioleta, se puede aumentar la
30 cantidad de vitamina D en el alimento sin necesidad de cambiar el método de fabricación en un grado apreciable. El equipo de ultravioleta se puede incorporar fácilmente en una línea de fabricación que produce, por ejemplo, hogazas redondas u otros alimentos.

35 La dosis diaria recomendada actualmente de vitamina D₂ es de 7,5 µg al día para individuos adultos sanos. Para las personas de edad avanzada, los niños y para individuos que pasan la mayor parte del tiempo en el exterior, se recomienda una dosis mayor, de 10 µg.

Por lo tanto, con el fin de evitar sobredosis, es adecuado que la dosificación de vitamina D₂ por ración del alimento sea inferior a aproximadamente 7,5 µg. Un ejemplo de un tamaño adecuado de una porción de pan puede ser de 1-3 trozos de pan. Una ventaja de la invención es que se puede ajustar el tiempo de iluminación para reflejar los cambios de la ingesta diaria recomendada como consecuencia de nuevos descubrimientos de investigaciones o de recomendaciones de una autoridad pública.

45 El estilo de vida estresante actual también afecta al desarrollo del mercado alimenticio y aumenta la proporción de comida rápida y de alimentos que se cocinan fácilmente. Muchos de estos productos son a base de pan, tales como los acompañamientos típicos de la comida rápida, por ejemplo, los panecillos de los perritos calientes o los bollos de las hamburguesas. Las demandas de contenido nutricional de la dieta y, sobre todo, la densidad nutricional, aumentan cada vez más porque nos movemos menos y, por este motivo, no podemos comer la misma cantidad de
50 comida que una persona con una actividad física intensa. Por lo tanto, también se aplican mayores demandas en la comida rápida. Por supuesto, el método de enriquecimiento en vitaminas de acuerdo con la invención también es especialmente adecuado para el pan que forma parte de la comida rápida, como los panecillos de los perritos calientes, los bollos de las hamburguesas, el pan de pita o similares.

55 Los rayos ultravioleta solamente penetran una distancia corta en el interior del pan, lo que significa que solamente una capa superficial consigue concentraciones elevadas de vitamina D. Por lo tanto, es adecuado iluminar pan con una gran superficie expuesta en relación con el volumen, por ejemplo, hogazas redondas, tales como hogazas de centeno u otros tipos de panes envasados en porciones. Por supuesto, los panes de comida rápida mencionados anteriormente pertenecen a esta categoría.

60 Para las hogazas redondas con una gran superficie expuesta, se ha demostrado que ya se logra una cantidad suficiente de vitamina D₂ con tiempo de iluminación relativamente cortos, de unos pocos segundos. Por lo general, para este tipo de alimentos son suficientes los tiempos de iluminación de 0,1-60 segundos, preferentemente, de 2-30 segundos y, más preferentemente, de 3-5 segundos.

65 Algunas de las longitudes de onda dentro del intervalo mencionado de 100-400 nm también tienen efectos

antibióticos, por ejemplo, la de 254 nm. Esto da lugar a la eliminación de microorganismos indeseados al mismo tiempo que se forma la vitamina D₂.

- 5 Dado que las lámparas fluorescentes de luz ultravioleta pierden efecto con el tiempo, es adecuado cambiarlas una vez transcurrida la mitad de la vida útil de la lámpara recomendada por el fabricante. Esto se hace con el fin de garantizar las cantidades correctas y uniformes de vitamina D en el alimento tratado.

Descripción de las figuras

- 10 En la siguiente sección se describirá más a fondo la invención con referencia a las figuras de los dibujos adjuntos.

A este respecto:

- 15 La figura 1 muestra un dispositivo de iluminación a escala de laboratorio para iluminar pan de acuerdo con la invención.

La figura 2a y b muestra un prototipo a mayor escala del dispositivo de iluminación para iluminar pan de acuerdo con la invención.

- 20 La figura 3 muestra un diagrama sobre la cantidad de vitamina D en relación con el tiempo de iluminación y diferentes longitudes de onda para la iluminación de diferentes tipos de pan.

La figura 4 muestra un diagrama sobre la cantidad de vitamina D en relación con el tiempo de iluminación para la iluminación de diferentes tipos de pan.

- 25 La figura 5 muestra un diagrama básico sobre la cantidad de vitamina D en hogazas de centeno de diferentes temperaturas después de la iluminación con luz ultravioleta.

- 30 La figura 6 muestra un diagrama básico sobre la cantidad de vitamina D en hogazas de centeno de diferentes temperaturas antes de la iluminación con luz ultravioleta.

La figura 7 muestra un diagrama sobre la cantidad de vitamina D en hogazas de centeno en relación con el tiempo de iluminación para tiempos de iluminación extremadamente largos.

- 35 La figura 8 muestra un diagrama sobre la cantidad de vitamina D en relación con el tiempo de iluminación para un alimento que contiene *Fusarium venenatum*.

Descripción detallada

- 40 Equipo

Para el fin de estudiar los tiempos de iluminación adecuados, entre otras cosas, se llevaron a cabo pruebas estacionarias a escala de laboratorio en alimentos que contienen ascomicetos, tales como levadura o el moho *Fusarium venenatum*, con ayuda del dispositivo de iluminación que se muestra en la figura 1. El dispositivo de iluminación 1 comprende una caja de iluminación 2 opaca en la que está instalada una plataforma de pruebas 3. Se puede acceder a la plataforma de pruebas 3 para colocar una muestra 4, por ejemplo, una hogaza redonda, a través de una trampilla 5 en la pared de la caja de iluminación 2. Hay una pantalla de lámpara 6 que contiene lámparas ultravioleta situada sobre la caja de iluminación 2 para iluminar una muestra 4 dispuesta sobre la plataforma de pruebas 3. La caja de iluminación tiene una abertura 8 sobre la plataforma de pruebas 3, abertura que se puede cerrar con ayuda de una placa que funciona como un obturador 9.

- 55 Durante las pruebas, se encienden las lámparas ultravioleta y se dispone la muestra 4 sobre la plataforma de pruebas 3 a través de la trampilla 5 en la pared de la caja de iluminación 2. A continuación, se retira el obturador 9, después de lo cual la muestra 4 queda expuesta a la luz ultravioleta. Una vez transcurrido el tiempo de iluminación, se devuelve el obturador 9 a su posición, se retira la muestra 4 a través de la trampilla 5 y se apagan las lámparas ultravioleta.

- 60 Para el uso de la invención en un método continuo, se puede usar, por ejemplo, un equipo similar al equipo mostrado en la figura 2a y 2b. El dispositivo de iluminación 11 que se muestra en las figuras 2a y 2b comprende un portalámparas 12 con lámparas fluorescentes de luz ultravioleta protegidas por un cristal de cuarzo 10. El portalámparas 12 está montado sobre un soporte 14 que está equipado con ruedas 15 para que se pueda mover fácilmente, por ejemplo, para distintos emplazamiento o para limpiar. El portalámparas 12 también está equipado con una pantalla 17 opaca montada de tal manera que evita la iluminación de luz ultravioleta de las lámparas ultravioleta hacia los lados.

65

En la figura 2b se muestran dos dispositivos de iluminación 11 dispuestos a ambos lados de una cinta transportadora 16 sobre la que se transporta el alimento que se va a iluminar. Las pantallas 17 opacas del portalámparas 12 están dispuestas paralelas a los bordes laterales 16 de la cinta transportadora y, junto con el portalámparas 12, forman un túnel de luz apantallado sobre una sección de la cinta transportadora 16, como se muestra en la figura.

Mediante un dispositivo tal como el que se muestra en la figura 2, es posible iluminar fácilmente alimentos que contienen levadura, hongos o el moho *Fusarium venenatum* como una etapa del método de fabricación. La iluminación se puede realizar sin modificaciones de importancia en el equipo de fabricación existente, lo que es una ventaja considerable de la invención. El tratamiento de acuerdo con la invención no afecta al método de fabricación en ningún otro aspecto ni tiene efectos negativos sobre propiedades tales como el sabor, la consistencia o el aspecto del alimento terminado.

Los panes horneados o un alimento que contiene *Fusarium venenatum* se transportan al interior del túnel de luz y se iluminan durante 3-5 segundos, después de lo cual continúa el transporte, posiblemente para su envasado. En el portalámparas 12, adecuadamente ajustable en la vertical, las lámparas fluorescentes 13 están dispuestas paralelas a la dirección del movimiento de la cinta transportadora 16. Adecuadamente, las dos piezas de iluminación están bloqueadas juntas con una disposición de bloqueo dispuesta entre los portalámparas 12.

20 Ejemplo 1

Se iluminaron hogazas de centeno (peso: aproximadamente 34 g, grosor: aproximadamente 1 cm, diámetro: aproximadamente 12 cm) con luz ultravioleta a una distancia de 2,5 cm durante cuatro periodos de tiempo diferentes: 2 segundos, 4 segundos, 8 segundos y 12 segundos. Se probaron dos luces ultravioleta con diferentes longitudes de onda: una de onda corta (254 nm) y una de medio alcance (302 nm).

Los resultados de las medidas se muestran en la tabla 1 y se ilustran en el diagrama de la figura 3.

Tabla 1. Cantidad de vitamina D₂ en una hogaza de centeno iluminada con 254 nm y 302 nm.

Longitud de onda	Tiempo (s)	Cantidad de vitamina D ₂ (µg por hogaza de centeno)
	0	0,00
254 nm	2	0,33
	4	2,57
	8	3,97
	12	5,01
302 nm	2	0,24
	4	1,24
	8	3,03
	12	4,23

30 Ejemplo 2

Se realizó una comparación de la cantidad de vitamina D₂ de cuatro tipos de panes diferentes: hogazas de trigo, hogazas de centeno, pan crujiente grueso y pan crujiente normal.

Los resultados se muestran en la tabla 2 y se ilustran en el diagrama de la figura 4.

Tabla 2. Comparación de la cantidad de vitamina D₂ en diferentes tipos de pan después de la iluminación con luz ultravioleta de 302 nm.

Tiempo	Cantidad de vitamina D ₂ (µg por g de trozo de pan)			
	Hogaza de centeno	Hogaza de trigo	Pan crujiente grueso	Pan crujiente normal
0 s	0,00	0,00	0,00	0,00
2 s	0,43	0,00	0,88	0,19
4 s	0,93	2,18	0,00	0,56
8 s	1,60	3,10	0,56	0,46

16 s	1,99	2,91	0,39	0,39
30 s	6,21	7,44	1,02	2,22
45 s	6,78	11,84	1,42	2,33
60 s	12,90	16,73	1,90	2,87
2 min	14,58	19,81	4,22	9,70
4 min	26,11	18,98	3,48	9,60
10 min	30,38	24,02	7,77	16,44
15 min	30,10	21,78	7,31	17,43

5 Los resultados indican que la mayor cantidad de vitamina D₂ después de la iluminación durante 15 minutos se encontraba en las tortas de centeno. La cantidad más pequeña se obtuvo en el pan crujiente grueso. Sin embargo, parece que la cantidad de D₂ en las tortas de trigo iluminadas aumentó más rápido al aumentar los tiempos de iluminación.

10 Una comparación del tiempo necesario para que los diferentes tipos de pan alcancen una cantidad de 7 µg de vitamina D₂ demostró que las tortas de trigo necesitaban aproximadamente 30 segundos, las tortas de centeno necesitaban aproximadamente 45 segundos, el pan crujiente normal necesitaba aproximadamente 1,5 minutos y el pan crujiente grueso necesitaba aproximadamente 10 minutos.

Ejemplo 3

15 Con el fin de determinar cómo influyen las diferentes temperaturas después de la iluminación en la formación de la vitamina D₂, se expusieron hogazas de centeno a diferentes temperaturas después de la iluminación con luz ultravioleta de 302 nm. El tiempo de iluminación fue de 2 minutos para cada hogaza. Los resultados se muestran en la tabla 3 y en el diagrama de la figura 5.

Tabla 3. Temperatura de las hogazas de centeno después de la iluminación.

	Descripción		T después de iluminación	T después de horno	T después de temperatura ambiente
Temperatura alta	5 min en el horno a 100 °C	A	18 °C	50,9 °C	-
		B	17 °C	56 °C	-
Temperatura media	1 min en el horno a 100 °C, temperatura ambiente durante 10 min	A	17 °C	29,6 °C	26,2 °C
		B	17 °C	32,4 °C	26,4 °C
Temperatura baja	20 min a temperatura ambiente	A	18 °C	-	26 °C
		B	17 °C	-	22,3 °C
Congelado directamente	Congelado directamente tras iluminación	A	17 °C	-	-
		B	17 °C	-	-

20 Los resultados muestran que hay una ligera disminución de la cantidad de vitamina D₂ en las hogazas de centeno si el pan se congela directamente después de la iluminación. La mayor cantidad se obtuvo al colocar el pan en primer lugar a temperatura ambiente durante 20 minutos y congelarlo después.

25 Ejemplo 4

30 Con el fin de determinar cómo influyen las diferentes temperaturas antes de la iluminación en la formación de la vitamina D₂, se expusieron hogazas de centeno a diferentes temperaturas antes de la iluminación con luz ultravioleta (véase la tabla 4). El tiempo de iluminación fue de 2 minutos a 302 nm para cada hogaza. Los resultados se muestran en la tabla 5 y en el diagrama de la figura 6.

Tabla 4. Tabla que muestra las diferentes temperaturas para las diferentes hogazas de centeno.

Denominación	T inicial	T tras iluminación	Otra información
Congelada A	-8,5 °C	-6,0 °C	
Congelada B	-9,8 °C	-6,8 °C	

Refrigerada en nevera A	9,4 °C	13,4 °C	
Refrigerada en nevera B	9,8 °C	12,3 °C	
Temp. ambiente A	17,8 °C	18,7 °C	
Temp. ambiente B	20,7 °C	20,7 °C	
Horno A	33,0 °C	27,5 °C	1 minuto a 100 °C antes de la iluminación
Horno B	24,0 °C	23,7 °C	1 minuto a 100 °C antes de la iluminación
Horno C	52,5 °C	42,4 °C	1 minuto a 200 °C antes de la iluminación
Horno D	43,9 °C	36,8 °C	1 minuto a 200 °C antes de la iluminación
Horno E	70,3 °C	54,1 °C	2 minutos a 200 °C antes de la iluminación
Horno F	63,9 °C	50,1 °C	2 minutos a 200 °C antes de la iluminación

Tabla 5. Valor promedio de la cantidad de vitamina D₂ en la hogaza de centeno con diferentes temperaturas antes de la iluminación.

Temperatura antes de la iluminación	Cantidad de vitamina D ₂ (µg por pan)
Congelado	14,72
Refrigerado en nevera	19,58
Temperatura ambiente	18,65
Horno (20-40 °C)	18,53
Horno (20-40 °C)	19,59

- 5 Los resultados muestran que no hay grandes variaciones en la cantidad de vitamina D₂ en las hogazas de centeno después de la iluminación, independientemente de la temperatura inicial.

Por otro lado, no parece que la formación de vitamina D₂ se viera favorecida si las hogazas de centeno estaban congeladas durante la iluminación con luz ultravioleta. Sin embargo, durante el tratamiento de las hogazas congeladas, también se muestra un aumento de la cantidad de vitamina D₂. Se supone que el motivo de esto es que la capa de superficie del pan se calienta lo suficiente para que se produzca la transformación de la vitamina.

10

Ejemplo 5

- 15 Con el fin de comprobar que, independientemente del tiempo de iluminación, no se forman dosis tóxicas de vitamina D₂, se iluminaron hogazas de centeno durante periodos de tiempo extremos a 302 nm (véanse la tabla 6 y la figura 7). La cantidad de vitamina D₂ formada alcanzó un máximo después de 12 minutos y la cantidad en ese momento era de 31 µg por hogaza de centeno. La dosis de toxicidad aguda para la vitamina D₂ es de 1.250 µg al día.

- 20 Tabla 6. Cantidad de vitamina D₂ en la hogaza de centeno con diferentes tiempos de iluminación.

Tiempo de iluminación (min)	Cantidad de vitamina D ₂ (µg por hogaza de centeno)
0,00	0,00
0,03	0,43
0,07	0,93
0,13	1,60
0,27	1,99
0,50	6,21
0,75	6,78
1,00	12,90
2,00	19,81
4,00	26,11
10,00	30,38

15,00	30,10
20,00	25,92

Ejemplo 6 (no forma parte de la invención)

5 Se iluminó sucedáneo de carne picada para vegetarianos que contenía *Fusarium venenatum* con luz ultravioleta de 302 nm durante siete periodos de tiempo diferentes: 2 segundos, 4 segundos, 8 segundos, 16 segundos, 30 segundos, 45 segundos y 60 segundos. La distancia entre la lámpara y el sucedáneo de carne picada para vegetarianos era de 2,5 cm. Los resultados de las medidas muestran en la tabla 7 y en el diagrama de la figura 8.

10 Tabla 7. Cantidad de vitamina D₂ en el sucedáneo de carne picada para vegetarianos iluminado con 254 nm y 302 nm.

Tiempo de iluminación (min)	Cantidad de vitamina D₂ (µg por g)
0	0,00
2	1,19
4	1,18
8	1,71
16	7,79
30	8,49
45	15,50
60	18,06

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para el enriquecimiento en vitaminas de alimentos que contienen ascomicetos tales como levadura, caracterizado porque el ergosterol del alimento se transforma en vitamina D₂ al colocarlo bajo una lámpara ultravioleta e iluminar el alimento con luz ultravioleta con longitudes de onda de entre 100 y 400 nm y porque el alimento es un pan horneado a partir de masa fermentada.
- 10 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente de luz ultravioleta se dispone a una distancia de entre 0 y 2 m del alimento durante la iluminación.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque el pan es pan envasado en porciones.
- 15 4. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el alimento se ilumina con luz ultravioleta a una temperatura de 10 °C a 70 °C.
5. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tiempo de iluminación es de 0,1-60 segundos, preferentemente, de 2-30 segundos y, más preferentemente, de 3-5 segundos.
- 20 6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la iluminación del alimento se produce en un método continuo, después del cual se transporta el alimento para que pase por la fuente de luz ultravioleta a una velocidad adaptada para lograr una dosis predeterminada de iluminación.

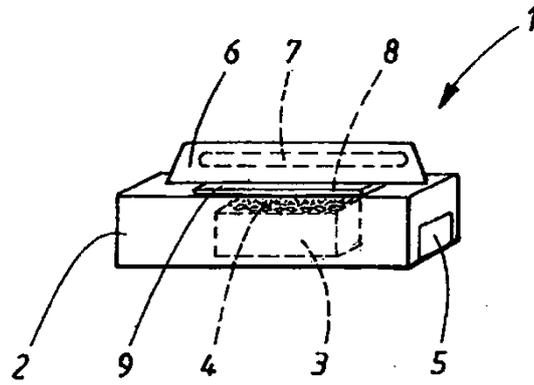


FIG. 1

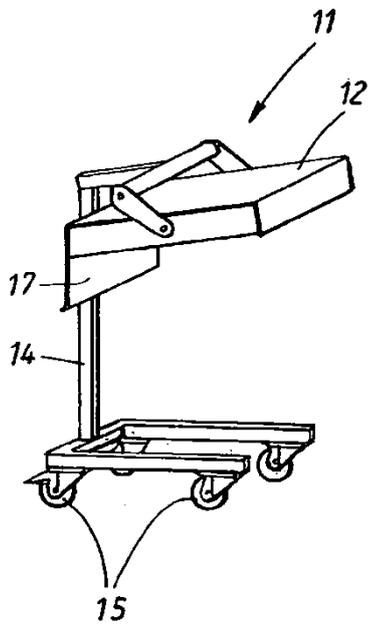


FIG. 2a

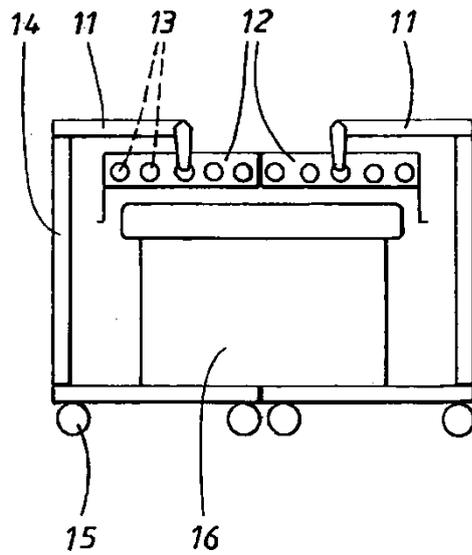
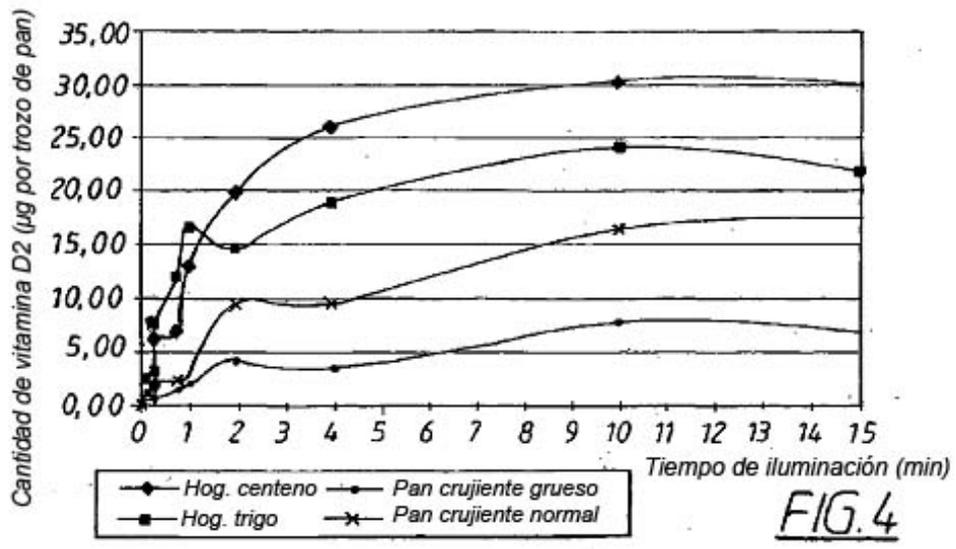
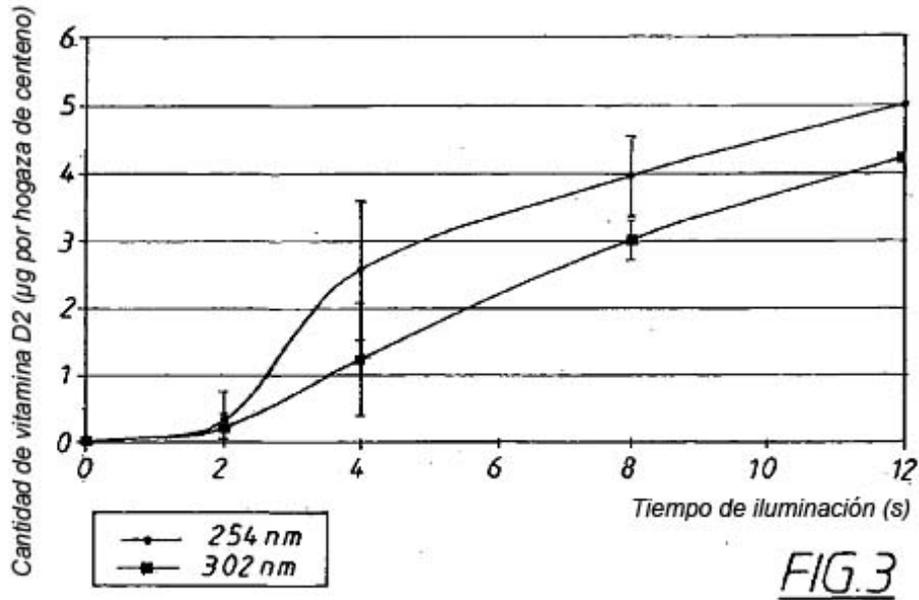
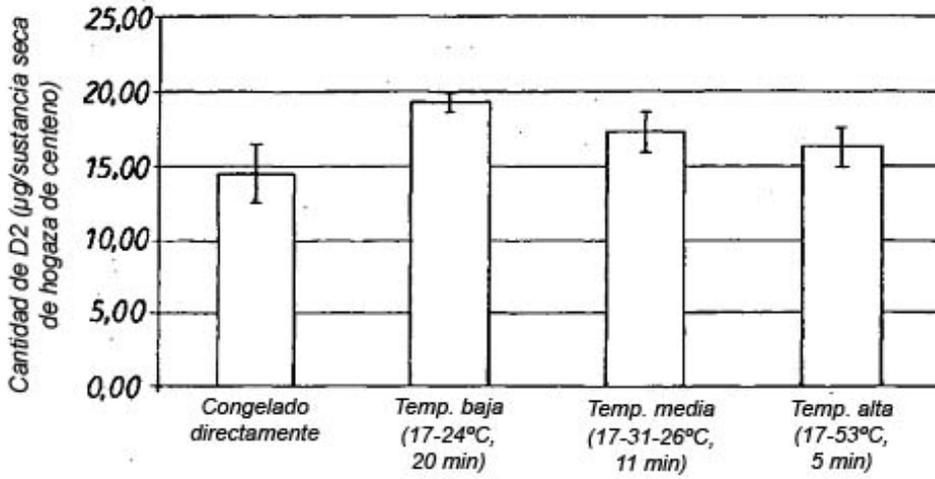


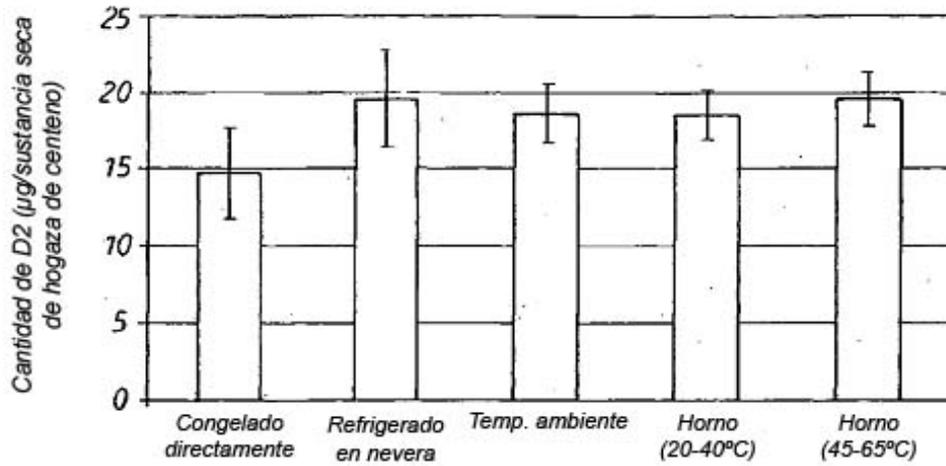
FIG. 2b





Temperatura después de la iluminación

FIG.5



Temperatura antes de la iluminación

FIG.6

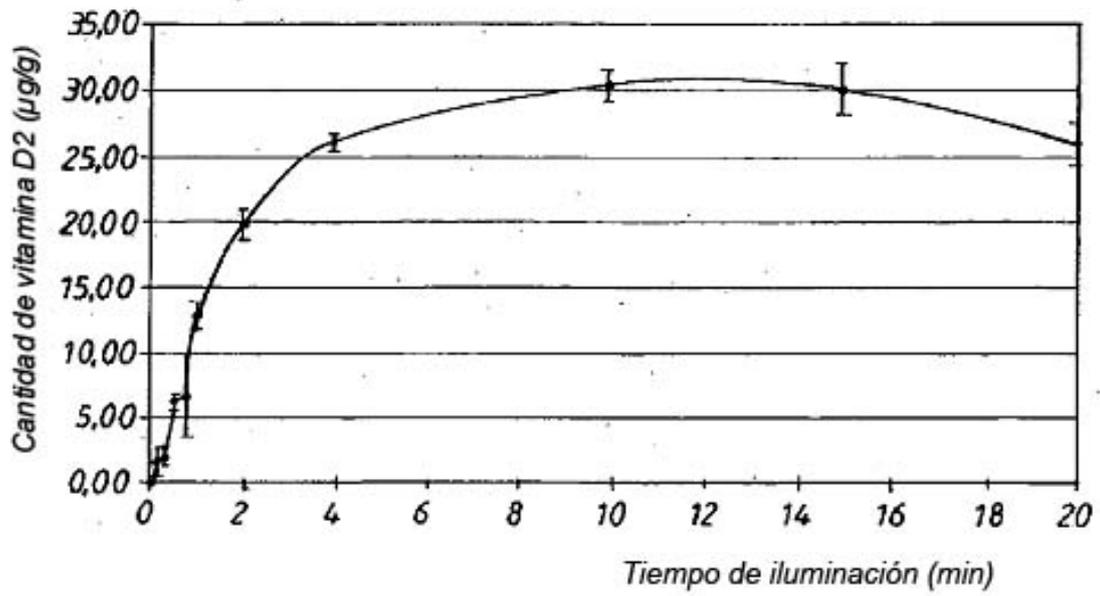


FIG.7

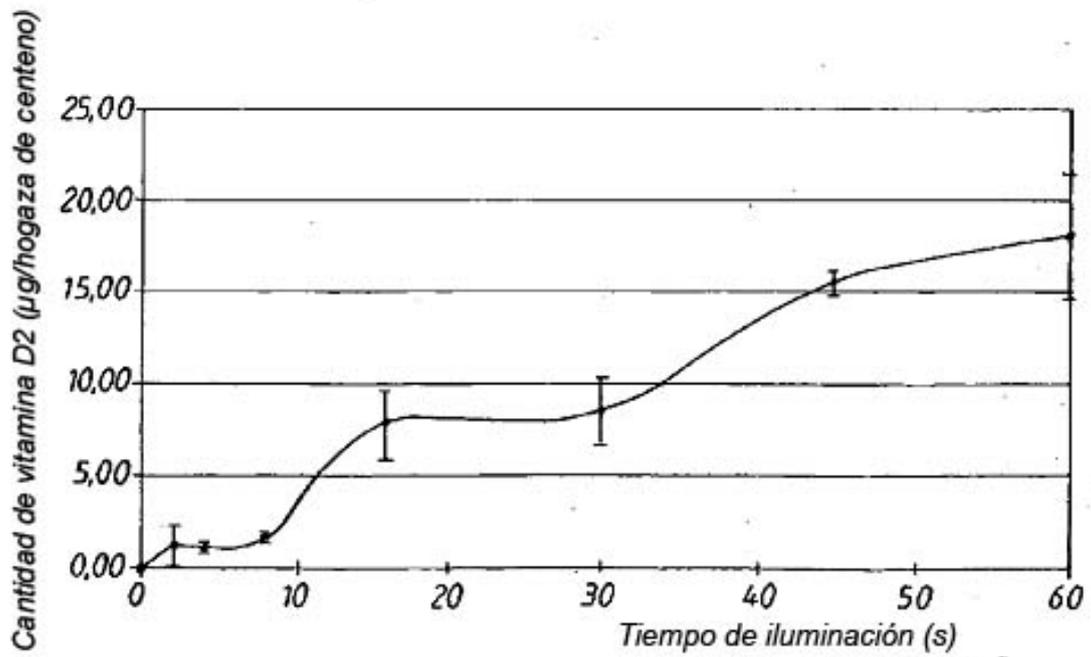


FIG.8