

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
31 de Julio de 2008 (31.07.2008)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2008/090242 A1

- (51) Clasificación Internacional de Patentes:
G01N 29/00 (2006.01)
- (21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2007/070208
- (22) Fecha de presentación internacional:
10 de Diciembre de 2007 (10.12.2007)
- (25) Idioma de presentación: español
- (26) Idioma de publicación: español
- (30) Datos relativos a la prioridad:
P200700204 25 de Enero de 2007 (25.01.2007) ES
- (71) Solicitante (para todos los Estados designados salvo US):
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS [ES/ES]; C/ Serrano 117, E-28006 Madrid (ES).
- (72) Inventores; e
- (75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **SANZ MARTÍNEZ, Pedro Dimas** [ES/ES]; Instituto Del Frío, C/ José Antonio Novais, 10, E-28040 Madrid (ES).

- APARICIO PEÑA, Cristina** [ES/ES]; Instituto Del Frío, C/ José Antonio Novais, 10, E-28040 Madrid (ES).
MOLINA GARCÍA, Antonio [ES/ES]; Instituto Del Frío, C/ José Antonio Novais, 10, E-28040 Madrid (ES).
OTERO GARCÍA, Laura María [ES/ES]; Instituto Del Frío, C/ José Antonio Novais, 10, E-28040 Madrid (ES).
GUIGNON, Bérengère [FR/ES]; Instituto Del Frío, C/ José Antonio Novais, 10, E-28040 Madrid (ES).
- (81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: NON-INVASIVE DEVICE FOR DETERMINING THE TEMPERATURE AND ICE CONTENT OF FROZEN FOODS

(54) Título: DISPOSITIVO NO INVASIVO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA Y EL CONTENIDO EN HIELO DE UN ALIMENTO CONGELADO

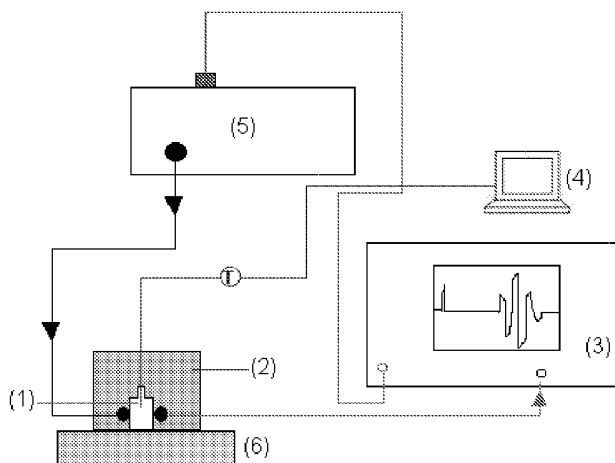


Figura 1

(57) Abstract: The invention relates to a non-invasive device for determining the temperature and ice content of frozen foods using ultrasound, comprising a 1-10 MHz frequency receiver/reflector and transmitter. The method uses a program to perform calculations as a function of the thickness of the sample and the flight time of the wave which is determined using conventional methods, with the type of material (fruit - vegetable or meat - fish) and the initial freezing point thereof being known. The more specific the aforementioned parameters, the more precise the final measurement.

[Continúa en la página siguiente]

WO 2008/090242 A1



(84) **Estados designados** (*a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional*

(57) **Resumen:** El dispositivo no invasivo para determinar la temperatura y el contenido de hielo de alimentos congelados mediante ultrasonidos comprende un emisor y un receptor/reflector de frecuencia comprendida entre 1 y 10 MHz. El procedimiento usa un programa para la realización de los cálculos en función del espesor de la muestra y del tiempo de vuelo de la onda que se determina por procedimientos estándares, conocidos la clase de material de que se trata (fruta ? verdura o carne- pescado) y su punto de congelación inicial. Cuanto más concretos sean estos parámetros más precisa será la medida final.

TÍTULO

DISPOSITIVO NO INVASIVO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA Y EL CONTENIDO EN HIELO DE UN ALIMENTO CONGELADO.

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

Alimentación humana, industria de la congelación, almacenamiento en estado congelado.

ESTADO DE LA TÉCNICA

10 La congelación y el subsiguiente mantenimiento en estado congelado constituyen unos de los principales recursos empleados en la actualidad para la conservación de alimentos. El volumen de negocio implicado en esta actividad, comprendiendo las industrias relacionadas de la producción de equipo para la congelación, su mantenimiento y su control, es considerable.

15

La congelación consiste en la reducción de la temperatura de un sistema con un contenido acuoso variable, de manera que parte del agua cambia de estado, solidificando. El efecto principal que favorece la conservación es la reducción efectiva de la cantidad de agua libre al transformarse parte en hielo. El agua libre es necesaria para el crecimiento microbiano y está involucrada en las reacciones químicas entre los distintos componentes del sistema. Diversos micro-organismos no pueden desarrollarse por debajo de determinados valores de actividad de agua. Por su parte las reacciones químicas y una serie de procesos físicos que requieren también movilidad dependen de la cantidad de agua libre y su velocidad disminuye con esta cantidad. Adicionalmente, la reducción de la temperatura también actúa en contra de la actividad microbiana así como ralentiza las reacciones químicas.

20

La fracción de agua que se ha convertido en hielo puede ser determinada por diversos procedimientos, analíticos (por ejemplo, D.R. Heldman, 1973, "Predicting the Relationship between Unfrozen Water Fraction and Temperature during Food Freezing Using Freezing Point Depression", ASAE Paper No. 72-890, y Chen, C.S., 1985, "Thermodynamic Analysis of the Freezing and

25

30

Thawing of Foods: Ice Content and Mollier Diagram”, Journal of Food Science, 50, 1163-1166) o experimentales, siendo el más exacto la medida por calorimetría diferencial de barrido. Este método es altamente invasivo, pues requiere que una fracción pequeña del producto sea tomada y envasada para ser introducida en el instrumento. Salvo en aquellos casos en que las condiciones de congelación puedan ser reproducidas correctamente en el calorímetro, el resultado puede ser diferente de la realidad, ya que es difícil fragmentar y envasar la muestra sin alterar su contenido en hielo. En cualquier caso, el proceso es lento, invasivo y poco adaptable a situaciones de interés industrial.

En todos los sistemas acuosos con componentes en disolución (lo que comprende todos los alimentos) el contenido en hielo varía en dependencia con la temperatura. La concentración de solutos, según una dependencia ampliamente estudiada (como, por ejemplo, se muestra en las dos citas anteriores) determina la temperatura a la que comienza la congelación. Sin embargo, el hielo formado expulsa de su seno las moléculas de soluto que distorsionarían la red cristalina. De este modo, a medida que procede la formación de hielo tiene lugar un proceso de crioconcentración, aumentando la cantidad de solutos contenidos en la fracción de agua aún en estado líquido. Esto causa una disminución de la temperatura del equilibrio sólido-líquido. Así, distintos sistemas presentan un contenido en hielo diferente en dependencia de la temperatura a la que son mantenidos. C.A. Miles, 1974, en su trabajo “The Ice Content of Frozen Meat and its Measurement Using Ultrasonic Waves”, en “Meat Freezing: Why and How”, editado por C.L. Cutting, pgs. 15.1-15.7, Langford, Bristol, Gran Bretaña apunta a que se podría estimar la cantidad de hielo utilizando ultrasonidos en una muestra de carne. La presente invención aplica a cualquier alimento que tenga una temperatura inicial de congelación mayor que -2.4°C (que son prácticamente todos los de interés). Además él necesita introducir; el valor de la velocidad del sonido a 0°C en la muestra y la fracción de agua de la muestra, mientras que la que ahora se propone, estos valores iniciales no son necesarios. Los autores H. Sigfusson, G.R. Ziegler and J. N. Coupland, 2004, en la publicación “Ultrasonic monitoring of food freezing”

en Journal of Food Engineering 62, pags 263-269) miden el tiempo de vuelo de los ultrasonidos para conocer cuando el alimento está totalmente congelado. Detectan la capa de hielo que se ha formado. Sin embargo, en la presente invención se consigue conocer el porcentaje de hielo y la temperatura del alimento en cualquier instante. Por otra parte, no toda el agua contenida en un sistema es congelable. Una parte puede estar unida de maneras diversas a componentes tales como proteínas, hidratos de carbono, etc. Esta fracción de agua no congelable no siempre es conocida o estimable de antemano, y puede ser considerable, de manera que los cálculos realizados de forma teórica entre la temperatura del sistema y su contenido en hielo pueden ser erróneos. Por ejemplo, en las dos citas bibliográficas antes mencionadas, no se tiene en cuenta esa fracción. El procedimiento descrito a continuación permite la determinación del contenido en hielo sin necesidad de disponer del conocimiento previo de estas fracciones de agua, y en determinados casos, también contribuir a su cálculo.

La congelación se realiza en la mayor parte de los casos mediante la inducción de un flujo de calor hacia el exterior del sistema, a través de la o las paredes que lo separan del medio de enfriamiento. En productos de geometría compleja, en movimiento, o de determinado espesor, la temperatura durante la congelación no es realmente constante, pues la limitada conductividad térmica de muchos sistemas hace que la temperatura en el centro o el punto más alejado de la pared fría sea en ocasiones muy diferente de la de ésta. Una adecuada monitorización del progreso de la cantidad de hielo formado no puede obtenerse con precisión a partir sólo de la temperatura de intercambio de calor, sino que se requiere de un mapa completo de la distribución de temperaturas en el producto. Sin embargo, el procedimiento descrito a continuación, permite la monitorización continua del contenido de hielo y de la temperatura durante la congelación/descongelación con independencia de la temperatura a la que éstas se realizan efectivamente.

En alimentos, la temperatura final del proceso de congelación y aquella a la que se almacenan los productos congelados suele ser fijada generalmente

entre -18 y -20°C . Durante dicho almacenamiento, la temperatura no siempre es constante, debido a las fluctuaciones del equipo de congelación (ciclos de compresores, desescarches) y a incidencias tales como apertura de puertas, cambio de contenedores, entrada y salida de lotes de producto, etc. En estas condiciones variables, el conocimiento del contenido en hielo y de su temperatura puede ser de interés para controlar la calidad final y poder predecir el tiempo que un determinado producto puede continuar almacenado en ese estado.

10 La recristalización es el crecimiento de los cristales de hielo mayores a costa de los más pequeños y ocurre en todos los sistemas congelados que conservan una fracción de agua en estado líquido, pues ésta media en el proceso. La recristalización es el principal proceso limitante de la vida útil de los sistemas congelados (como se puede observar en M.N. Martino y N.E. Zaritzky, 15 1989, "Ice Recrystallization in a Model System and in Frozen Muscle Tissue", *Cryobiology*, 26, 138-148). Esta velocidad, como se indica, es función de la cantidad de agua libre, y por tanto, del hielo, presente en el sistema. Por consiguiente, una monitorización de esta cantidad mediante el procedimiento descrito a continuación podrá estimar la velocidad a la cual el proceso de 20 recristalización tendrá lugar y, por tanto, ayudar a la predicción de la vida útil de los productos congelados.

Las fluctuaciones de la temperatura de un contenedor de productos congelados se reflejan en el contenido en hielo de los mismos. Estas fluctuaciones aceleran el proceso de recristalización y la salida de agua del producto, por lo que son 25 indeseables. Pero la variación de la temperatura exterior tiene un reflejo variable en la temperatura de diversas regiones del producto. En especial en aquellos envasados en porciones de gran masa y poca superficie, el reflejo de estas fluctuaciones en la temperatura central de la porción dependerá en gran medida de la conductividad térmica del producto, función a su vez del 30 contenido en hielo del mismo. Por consiguiente, la medida directa del contenido en hielo y de su temperatura, como permite el procedimiento descrito a continuación, puede constituir un dato más fiable y conveniente que la mera

fluctuación de la temperatura externa para poder determinar el grado de alteración que el producto está sufriendo en realidad.

5 El almacenamiento en estado congelado implica una posterior descongelación del producto. Dependiendo del tipo y usos de los mismos, los procesos deben ser conducidos en diversas condiciones de velocidad, para mantener las propiedades y calidad del producto. Una forma adecuada de monitorizar este proceso, es mediante el empleo de esta patente, la cual permite obtener un fiable promedio de la temperatura en el mismo alimento.

10

Entre los procesos no clásicos de congelación (y descongelación) se hallan los que se realizan a alta presión (P.D. Sanz, 2005, "Freezing and Thawing under Pressure", en "Novel Food Processing Technologies", editado por G.V. Barbosa-Cánovas, M.S. Tapia, y M.P. Cano, pgs. 233-260, Marcel Dekker CRC Press). La temperatura de congelación del agua disminuye considerablemente al aumentar la presión, de manera que esta variación puede ser utilizada para realizar una serie de novedosos procesos con ventajas energéticas y de mantenimiento de la calidad de los productos. La información que puede ser alcanzada sobre un sistema que esta siendo sometido a un proceso de congelación o descongelación en una vasija de gruesas paredes de acero es limitada. El procedimiento más adelante descrito permite, sin embargo, de manera fácil y no invasiva, con una mínima instalación que no implica grandes dificultades técnicas, el conocimiento de la cantidad de hielo formada en un sistema y su temperatura. De especial interés es el caso de la congelación por salto de presión (P.D. Sanz y L. Otero, 2005, "High Pressure Freezing", en "Emerging Technologies for Food Processing", Food Science & Technology International Series, pgs. 627-652, Elsevier Ltd), en el cual la temperatura de un sistema es reducida bajo presión hasta el punto menor en el cual no tienen lugar la congelación. Después la presión es bruscamente liberada y eso da lugar a la congelación de una considerable fracción del agua libre, de manera instantánea. Tanto la ausencia de hielo antes de la expansión como la cantidad de hielo formado tras ésta y su evolución temporal son de especial interés en el

30

estudio y control de estos procesos, así como la evolución de la temperatura promedio del producto y su punto de congelación.

5 Las características de esta patente para la determinación de la temperatura y del contenido en hielo de un alimento, permiten su funcionamiento en condiciones de no equilibrio, independientemente de que existan todo tipo de flujos, cambios e inhomogeneidades en el sistema. Por ejemplo, durante la congelación o descongelación, donde el porcentaje de hielo cambia con el tiempo y donde la distribución de temperaturas entre superficie y centro del
10 producto puede ser muy irregular. Así, esta patente permite la monitorización de estos procesos.

Por último se pueden mencionar las situaciones donde la congelación es un evento no deseado. Es el caso de la conservación de alimentos en estado
15 refrigerado, en la cual se intenta evitar la formación de hielo que pueda alterar las propiedades de ciertos productos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Este invento se caracteriza por permitir determinar la temperatura y el
20 contenido en hielo de un alimento congelado del que se conoce su naturaleza y su temperatura inicial de congelación.

La determinación se realiza mediante la medida de la velocidad de propagación de ultrasonidos a través de una porción del alimento de espesor conocido, que
25 puede estar envasado o no, o en el interior de contenedores de diverso tipo, entre otras posibilidades. La medida de la velocidad de propagación de ultrasonidos se realiza mediante la emisión de una señal de características comprendidas entre las consideradas generalmente como de ultrasonidos de baja potencia, y su posterior recepción, calculándose la velocidad como el
30 cociente de la distancia recorrida por los ultrasonidos (el espesor de la muestra) dividido entre el tiempo transcurrido entre emisión y recepción de la señal (tiempo de vuelo). Tanto el emisor como el receptor están formados por transductores o piezoeléctricos. Alternativamente, en lugar del segundo

elemento, se sitúa un sistema de reflexión de ultrasonidos. La emisión se realiza mediante un equipo generador de pulsos y la recepción mediante un osciloscopio o aparato equivalente. Los equipos que generan y visualizan la señal recibida son equipamientos comúnmente disponibles en el mercado.

5

Las medidas deben realizarse de tal manera que no se solapen las señales de emisión o que no se interfiera entre la emisión y la recepción de las señales, en el caso del empleo de reflectores. La frecuencia de emisión y por tanto la naturaleza de los piezoeléctricos o transductores deben estar comprendidas entre las correspondientes a lo que se considera generalmente como ultrasonidos de baja potencia. En esta patente el intervalo de frecuencias empleado es de 1 a 10 MHz, dando los mejores resultados las frecuencias comprendidas entre 1 y 3 MHz.

10

15 DESCRIPCIÓN DE LA FIGURA

Figura 1, Esquema del dispositivo (1) alimento, (2) Baño termostático, (3) Osciloscopio, (4) PC, (5) Generador de pulsos, (6) Agitador magnético)

20

Figura 2, Determinación experimental del punto de congelación de la merluza donde T representa la temperatura, t, el tiempo, N el punto de congelación y P el plato de congelación.

25

Figura 3, Relación entre la velocidad de propagación de los ultrasonidos (v_s (m/s)), el contenido en hielo (X_i (%)), expresado como fracción molar: número de moles de hielo dividido entre el número de moles de agua totales) y la temperatura (T (°C)) determinada por el programa de cálculo para una muestra de merluza.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION.

30

Esta invención consiste en un dispositivo creado a partir de un desarrollo experimental (Figura 1) y de un programa informático mediante el cual se puede determinar la temperatura y el contenido en hielo de un alimento a partir de la medida de la velocidad de propagación de ultrasonidos en su seno.

Los requerimientos para determinar el contenido en hielo de un alimento son: que se dispongan dos piezoeléctricos o transductores (o en un diseño experimental alternativo, un piezoeléctrico o transductor y un reflector de ultrasonidos) con sus caras paralelas y enfrentadas a ambos extremos de una fracción de muestra. El alimento deberá tener un espesor mínimo de 1 mm y máximo de 500 mm, preferentemente entre 5 mm y 200 mm, perdiéndose precisión en la medida si se sobrepasan estos límites. El espesor deberá ser constante o de variación conocida. Esta variación podrá ser absorbida por el proceso de calibrado si las condiciones en las que se realiza son físicamente equivalentes a las de medida. Los piezoeléctricos, transductores o reflectores deberán estar en contacto íntimo con el alimento a o separadas por materiales que atenúen poco la intensidad de los ultrasonidos, tales como cuarzo, cristal o metales, siendo desaconsejables materiales blandos como caucho o goma porque dificultan la difusión de las ondas así como materiales con discontinuidades.

Los alimentos cuya temperatura y contenido en hielo puede ser determinado de esta manera comprenden la fruta, verdura, pescado o carne que tengan una temperatura de congelación mayor de -2.4°C . Pueden hallarse empaquetados o no, mediante sistemas que no contribuyan significativamente a la atenuación del ultrasonido. Así serán desaconsejables gruesas envolturas de materiales plásticos elásticos, como goma o caucho. Tampoco es conveniente que el sistema contenga aire o burbujas. Podrán estar contenidos entre paredes rígidas de metales, vidrio o cristal. Podrá hallarse en reposo o en movimiento, siendo este movimiento solidario con el ensamblaje de medida (tal y como podría suceder en un sistema transportado), fluyendo en una tubería o de otra forma, entre paredes o sin paredes que le separen de los piezoeléctricos, transductores o reflectores, o siendo agitados por sistemas mecánicos, o de otro tipo o por mera agitación térmica o convección.

El proceso se puede llevar a cabo en una variedad de instalaciones, siendo la lista no exhaustiva: instalaciones experimentales e industriales de congelación,

en el interior de cámaras, camiones, depósitos y otros recintos para el almacenamiento en estado congelado de alimentos; en instalaciones de descongelación, etc.

5 El procedimiento completo sería el siguiente:

1º) Se determina el punto de congelación del alimento por medidas térmicas.

2º) El dispositivo de medida determina del tiempo de vuelo mediante la técnica de transmisión de pulsos, situando los emisores-receptores paralelos y
10 enfrentados a ambos lados de la sección de producto considerada. La distancia entre ambos elementos está comprendida entre 1 mm y 500 mm (óptimamente 5 mm y 200 mm) y medida con precisión. Esta sección de producto puede estar contenida o no en un envase o en un contenedor rígido, o ser generada al introducir los emisores-receptores en orificios tales que la porción deseada
15 quede comprendida entre ellos. Estos emisores-receptores son dos piezoeléctricos o transductores disponibles en el mercado, apropiados para emitir ultrasonidos de frecuencias comprendidas entre las consideradas generalmente de ultrasonidos de baja potencia. Alternativamente se puede trabajar con la técnica pulso-eco, donde uno de los transductores o
20 piezoeléctricos se puede sustituir por un reflector de ultrasonidos, superficie rígida, plana y paralela al otro transductor o piezoeléctrico.

3º) Se emiten pulsos ultrasónicos, de duración e intensidad adecuada para su correcta recepción, mediante el generador de pulsos del dispositivo, conectado
25 a uno de los transductores o piezoeléctricos.

Este dispositivo determina el intervalo de tiempo transcurrido entre emisión y recepción (tiempo de vuelo), la distancia entre ellos y la velocidad de propagación de los ultrasonidos.

30

El dispositivo se complementa con un programa informático que obtiene la temperatura y el porcentaje de hielo existentes en el alimento a partir de la velocidad del sonido. Como entradas, requiere, únicamente, parametrizar el

tipo de alimento (fruta-verdura o carne-pescado). Sin embargo, si se conoce su composición, esto es, su contenido en agua libre y su contenido en agua ligada, la precisión del programa se acentúa. En caso de no disponerse del dato sobre su contenido en agua ligada, se puede sustituir éste, introduciendo
5 su contenido en proteínas y en carbohidratos.

Dicho programa se ejecuta directamente desde cualquier PC que tenga instalado el lenguaje de programación Matlab[®] 7
(<http://www.mathworks.es/company/aboutus/>), o superior. Para que se ejecute
10 en otros PCs es preciso la instalación de una serie de librerías e instrucciones que se adjuntan con el programa.

Las ventajas del procedimiento para utilizar el dispositivo de esta invención respecto a las técnicas existentes son:

15

Que el procedimiento es no invasivo, pudiendo ser adaptado a todas o la mayor parte de las situaciones imaginables.

Que el procedimiento es independiente, en las condiciones descritas, del conocimiento de la temperatura del producto.

20

Que el procedimiento es independiente de que la distribución de la temperatura del producto sea conocida.

25

Que el procedimiento es independiente de movimientos tanto internos como externos sufridos el producto. Por ejemplo que el producto se esté descongelando o que se encuentre en una cadena de producción o en

almacenamiento.

30

Que el procedimiento es universal y comparable en multitud de casos y aplicaciones.

Que el procedimiento es sencillo, rápido y puede ser realizado de manera continua.

Que el procedimiento puede llevarse a cabo con una mínima intrusión en los lugares de medida.

Que el procedimiento puede ser adaptado a una gran diversidad de entornos.

Que los datos de temperatura o de contenido en hielo, así obtenidos, pueden ser empleados para obtener una mejor indicación del estado de calidad o de deterioro del alimento congelado, que lo que se conseguiría a partir de la mera medida de la temperatura exterior del producto.

5

EJEMPLOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

EJEMPLO 1

Se cita un primer ensayo llevado a cabo para obtener la relación entre la velocidad de propagación de ultrasonidos a través de una rodaja de merluza congelada a diversas temperaturas y su contenido en hielo en las mismas condiciones.

10

1º) Se emplearon dos piezoeléctricos enfrentados y paralelos, conectados uno a un generador de pulsos y el otro a un osciloscopio, actuando como receptor.

15

2º) El espesor de la muestra, contenida en una célula, fue de 12.4 mm.

3º) Se emitieron pulsos de frecuencia 1 MHz y amplitud máxima 12 voltios. La periodicidad del pulso emitido fue de 200 Hz y su duración de 1 µs.

20

4º) Se determinó el tiempo de vuelo y se obtuvo la velocidad de propagación de los ultrasonidos, por división de la distancia de separación emisor-receptor entre este tiempo.

25 5º) Se determinó experimentalmente el punto de congelación de la merluza, que resultó ser -0.9°C. El procedimiento se detalla en la Figura 2,

6º) Situando el sistema de medida completo (muestra en su contenedor más emisor y receptor) en el interior de un baño criostático de temperatura finamente regulada, se realizaron determinaciones de la velocidad de propagación de ultrasonidos, según se ha descrito, a diversas temperaturas, todas ellas por debajo del punto de congelación del producto.

30

7º) Mediante el programa de cálculo explicado con anterioridad, se obtuvo el contenido en hielo y la temperatura del sistema, mediante la medida de la velocidad de propagación de ultrasonidos (Figura-3)

- 5 La calidad de los resultados puede apreciarse a partir de la relación entre el contenido en hielo y la temperatura obtenida experimentalmente para otro sistema muscular, de la misma actividad de agua, empleando otra técnica (invasiva) Woolrich, W.R. Secondary Refrigerations. In "Handbook of Refrigeration Engineering" Vol.1, pp 358-361. AVI Publ., Westport, CT, 1965)-

10

EJEMPLO 2

Se cita el ensayo llevado a cabo para obtener la relación entre la velocidad de propagación de ultrasonidos a través de una rodaja de merluza congelada a diversas temperaturas y su contenido en hielo en las mismas condiciones.

15

1º) Se emplearon dos piezoeléctricos enfrentados y paralelos, conectados uno a un generador de pulsos y el otro a un osciloscopio, actuando como receptor.

2º) El espesor de la muestra, contenida en una célula, fue de 25 mm.

20

3º) Se emitieron pulsos de frecuencia 3MHz y amplitud máxima 12 voltios. La periodicidad del pulso emitido fue de 200 Hz y su duración de 1 μ s.

4º) Se determinó el tiempo de vuelo y se obtuvo la velocidad de propagación de los ultrasonidos, por división de la distancia de separación emisor-receptor entre este tiempo.

25

5º) Se utilizó como punto de congelación de la merluza el indicado en Pham, 1987, "Calculation of bound water in frozen food" vol. 52, p. 210., siendo

30 0,888°C

6º) Situando el sistema de medida completo (muestra en su contenedor más emisor y receptor) en el interior de un baño criostático de temperatura

finamente regulada, se realizaron determinaciones de la velocidad de propagación de ultrasonidos, según se ha descrito, a diversas temperaturas, todas ellas por debajo del punto de congelación del producto.

- 5 7º) Mediante el programa de cálculo explicado con anterioridad, se obtuvo el contenido en hielo y la temperatura del sistema, mediante la medida de la velocidad de propagación de ultrasonidos.

REIVINDICACIONES

- 1 Dispositivo para la determinación de la temperatura y del contenido
en hielo de alimentos congelados caracterizado por comprender:
- 5 • un Emisor-Receptor de ultrasonidos en un intervalo de frecuencias
comprendido entre 1MHz y 10 MHz.
- Generador de pulsos del dispositivo, conectado a uno de los
transductores o piezoeléctricos
- 10 • Un receptáculo para muestras con un espesor comprendido entre 1
mm y 500 mm.
- Un sistema de control de temperatura como un baño criostático, un
sistema peltier, una cámara termostática.
- No ser invasivo
- Opcionalmente puede presentar un agitador magnético
- 15
- 2 Dispositivo para la determinación de la temperatura y del contenido
en hielo de alimentos congelados según la reivindicación 1 caracterizado
porque el Emisor-Receptor son transductores o piezoeléctricos,
paralelos y colocados en los extremos de la muestra, empleando la
- 20 técnica de transmisión
- 3 Dispositivo para la determinación de la temperatura y del contenido
en hielo de alimentos congelados según las reivindicaciones 1 y 2
caracterizado porque el Emisor-Receptor son transductores o
- 25 piezoeléctricos, paralelos y colocados en los extremos de la muestra,
empleando la técnica de transmisión
- 4 Dispositivo para la determinación de la temperatura y del contenido
en hielo de alimentos congelados según las reivindicaciones 1 y 2
caracterizado porque el Emisor-Receptor es un emisor de ultrasonidos,
- 30 ya sea un transductor o piezoeléctrico, y un reflector de ultrasonidos,
superficie rígida, plana y paralela al otro transductor o piezoeléctrico y

colocados en los extremos de la muestra, empleando la técnica de pulso eco.

- 5 5 Procedimiento para la determinación de la temperatura y del contenido en hielo de alimentos congelados caracterizado por emplear el dispositivo de las reivindicaciones 1 a 4 y por
- Determinar el punto de congelación del alimento ya sea por medidas térmicas o por estimación en tablas.
 - Realizar medidas en alimentos que tengan una temperatura de congelación mayor que -2.4°C (frutas o verduras, pescados o carnes) con un espesor de la muestra comprendido entre 1 mm y 500 mm.
 - Emitir pulsos ultrasónicos, de duración e intensidad adecuada para su correcta recepción, mediante el generador de pulsos del dispositivo, conectado a uno de los transductores o piezoeléctricos
 - Determinar el intervalo de tiempo transcurrido entre emisión y recepción (tiempo de vuelo), la distancia entre ellos, calculando y la velocidad de propagación de ultrasonidos
- 10
- 15
- 20 6 Procedimiento para la determinación de la temperatura y del contenido en hielo de alimentos congelados según las reivindicaciones 1,2,3 y 5 caracterizado porque la velocidad de propagación de los ultrasonidos se calcula como el cociente de la distancia de separación de dos emisores-receptores de ultrasonidos, dividido por el intervalo de tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción de la señal.
- 25
- 30 7 Procedimiento para la determinación de la temperatura y del contenido en hielo de alimentos congelados según las reivindicaciones 1,3,4 y 5 caracterizado porque la velocidad de propagación de los ultrasonidos se calcula como el cociente del doble de la distancia de separación de un emisor de ultrasonidos, y un reflector, dividido por el intervalo de tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción de la recepción de la señal

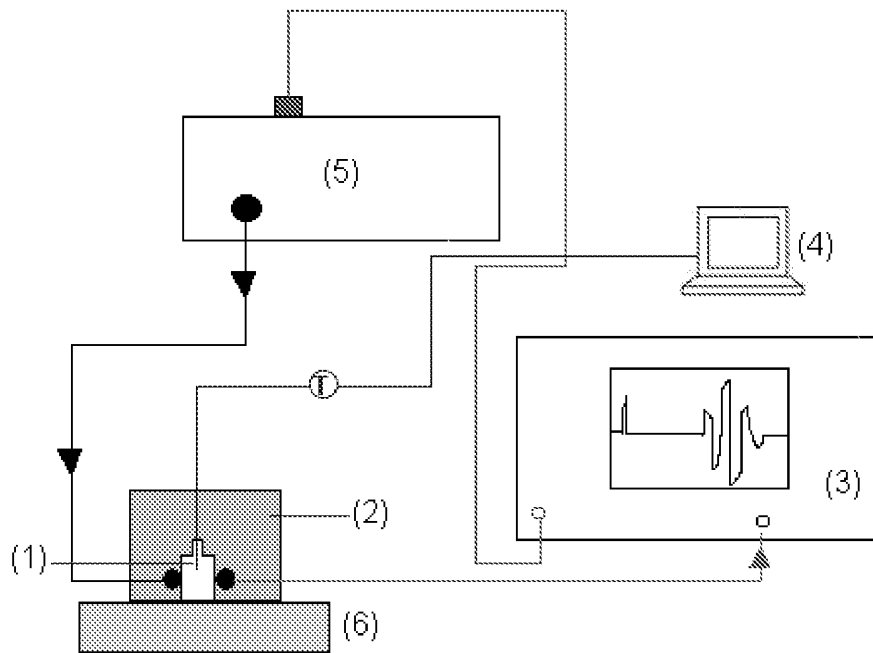


Figura 1

2/3

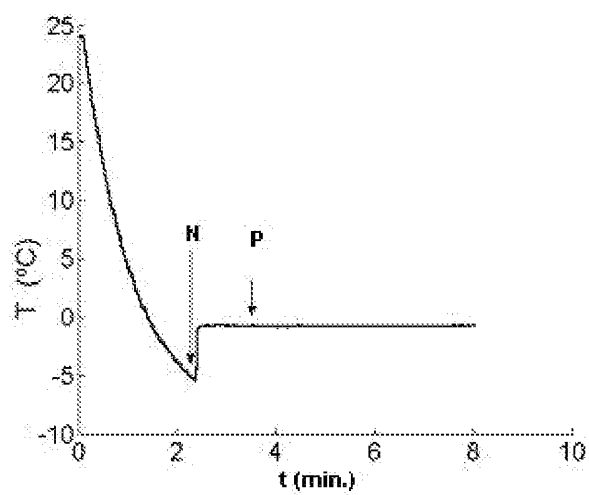


Figura 2

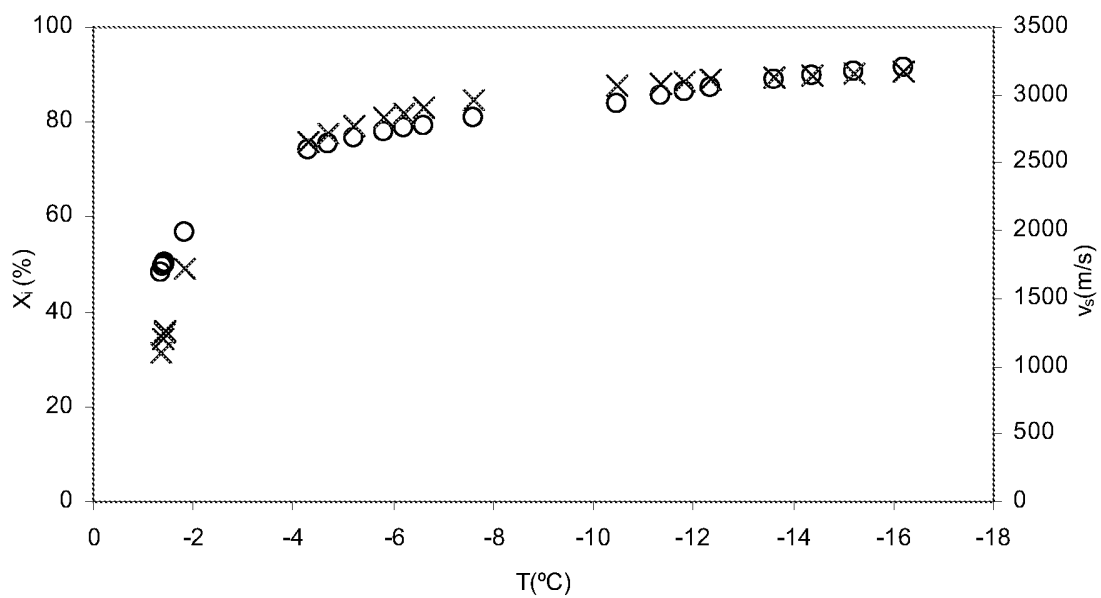


Figura 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES 2007/070208

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 29/00 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

XPESP, XPI3E, COMPDX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	ScienceDirect (www.sciencedirect.com) "Ultrasonic velocity measurements in frozen modthe food solutions" (Gülseren et al.) 18.04.2006 (on line)	1-7
X	Journal of Food Engineering Vol. 62, pags. 263-269, "Ultrasonic monitoring of food freezing" (Sigfusson et al.) 04/2004	1-7

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.		
"E" earlier document but published on or after the international filing date		
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17.March.2008 (17.03.2008)

Date of mailing of the international search report

(31/03/2008)

Name and mailing address of the ISA/

O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.

Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

J. Olalde Sánchez

Telephone No. +34 91 349 8469

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ES 2007/070208

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

G01N 29/00 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N29/00

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda internacional (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

XPESP, XPI3E, COMPDX, INSPEC

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	ScienceDirect (www.sciencedirect.com) "Ultrasonic velocity measurements in frozen model food solutions" (Gülseren et al.) 18.04.2006 (on line)	1-7
X	Journal of Food Engineering Vol. 62, pags. 263-269, "Ultrasonic monitoring of food freezing" (Sigfusson et al.) 04/2004	1-7

En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

<p>* Categorías especiales de documentos citados:</p> <p>"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.</p> <p>"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.</p> <p>"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).</p> <p>"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.</p> <p>"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.</p>	<p>"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.</p> <p>"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.</p> <p>"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.</p> <p>"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.</p>
--	--

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.

17.Marzo.2008 (17.03.2008)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

31 de marzo de 2008 (31/03/2008)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional

O.E.P.M.

Funcionario autorizado

J. Olalde Sánchez

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.

Nº de fax 34 91 3495304

Nº de teléfono +34 91 349 8469