



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 284 918**

51 Int. Cl.:
A23B 4/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02765027 .4**

86 Fecha de presentación : **17.09.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1427291**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2004**

54 Título: **Ablandamiento de carne de ave.**

30 Prioridad: **18.09.2001 GB 0122525**
25.04.2002 GB 0209497

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.11.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.11.2007

73 Titular/es: **AIR PRODUCTS AND CHEMICALS, Inc.**
7201 Hamilton Boulevard
Allentown, Pennsylvania 18195-1501, US

72 Inventor/es: **Miller, Jeremy, P. y**
Jones, Sean, T.

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 284 918 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 2 284 918 T3

DESCRIPCIÓN

Ablandamiento de carne de ave.

5 La presente invención se refiere al ablandamiento sobre el hueso de carne de ave (es decir, carne de cualquier ave comestible) y proporciona un método de procesar aves en el que la maduración se acelera enfriando rápidamente la carne por exposición a una temperatura de a lo sumo -10°C y a continuación reduciendo la velocidad de enfriamiento durante tiempo suficiente para congelar solo una porción del contenido de agua en la carne.

10 Para minimizar el deterioro de la carne de ave y el riesgo sanitario por el crecimiento bacteriano, las aves se refrigeran después de la matanza, desplume, y usualmente decapitación (si la matanza no es por decapitación) y evisceración. Es bien conocido exponer el ave arreglada resultante a una temperatura criogénica para formar una costra congelada sobre la carcasa para inhibir rápidamente el crecimiento bacteriano sobre la superficie y para limitar la emergencia de sangre y humedad durante la refrigeración subsecuente para proporcionar un producto "fresco" (es decir, no congelado) o la congelación y descongelación de un producto congelado. Las descripciones ilustrativas de la técnica anterior son los documentos US-A-3.715.891 (publicado en febrero de 1973); US-A-4.325.221 (publicado en abril de 1982); US-A-4.367.630 (publicado en enero de 1983); US-A-4.388.811 (publicado en junio de 1983); CA-A-2.016.939 (publicado en noviembre de 1991) y US-A-5.220.812 (publicado en junio de 1993), las descripciones de tales documentos se incorporan en esta referencia. No hay discusión en ninguna de estas referencias de ningún efecto de ablandamiento resultante de la congelación superficial.

25 El documento CA-A-2.016.939 describe la congelación superficial de aves recién matadas exponiendo el ave preparada a una temperatura de alrededor de -35°C o más baja, preferentemente alrededor de -80°C , durante un periodo de por lo menos 5 minutos de modo que la piel se congela y una parte de la carne inmediatamente debajo se enfría hasta formar una suave corteza externa. La carcasa superficialmente congelada se equilibra a continuación a una temperatura por debajo de la temperatura ambiente, preferentemente por debajo de 5°C , hasta una temperatura sustancialmente uniforme de 5°C o menos. Se dice que el equilibrado tarda usualmente de 30 a 45 minutos y que las aves se pueden envasar o trocear inmediatamente después del equilibrado. El propósito citado de la congelación superficial es rebajar la temperatura corporal más rápidamente que por el uso de un baño de agua con hielo e inhibir por ello el crecimiento bacteriano y microbiano sobre la piel externa. La capacidad de envasar o trocear las aves poco después del equilibrado se atribuye a la ausencia de un periodo de drenaje requerido para evitar el goteo de las aves refrigeradas en un baño de agua con hielo. No hay discusión de ningún efecto sobre el ablandamiento de la congelación superficial. A este respecto, se publica en el documento US-A-6.110.034 (infra) que el efecto de la tensión muscular sobre las carcasas de ave intactas no se mostró hasta los últimos años 1980 cuando se estiraron las alas de las aves para incrementar la tensión muscular de la pechuga y producir una carne más tierna.

40 La ternura de la carne de ave depende del tiempo que se ha dejado la carne sobre el hueso después de la matanza del ave. Después de la matanza, el suministro de energía a los músculos cesa finalmente y los músculos se vuelven rígidos (provocando el rigor mortis). Si la contracción es restringida por los músculos que permanecen unidos al esqueleto, los músculos se vuelven blandos de nuevo y son tiernos cuando se cocinan. Sin embargo, si se deshuesa el ave mientras los músculos tienen aún energía disponible, la contracción resultante incrementa la dureza de la carne. Típicamente de 50 a 80 por ciento de la carne de ave será dura si se retira en las dos horas desde la matanza, mientras que de 70 a 80 por ciento será tierna si se retira 6 horas después de la matanza. Por consiguiente, los procesadores de aves usualmente permiten que la carne madure sobre el hueso durante 6 a 18 horas antes de deshuesarla o trocearla. Esto requiere el almacenamiento del ave a una temperatura suficientemente baja (usualmente entre 1°C y 5°C) para inhibir el crecimiento bacteriano y microbiano y por lo tanto contribuye significativamente tanto al procesado como al coste de almacenamiento.

50 El documento US-A-6.110.034 describe el ablandamiento rápido de carne de pechuga de ave deshuesada de 10 a 15 minutos después de la evisceración sujetando la carne entre placas para evitar la contracción y refrigerando la carne sujeta a de 1°C a 4°C típicamente durante 30 minutos a 2 horas por, por ejemplo, refrigeración con aire o uso de un hielo medio derretido. Adicionalmente, se ha propuesto recientemente usar estimulación eléctrica inmediatamente después de la matanza para acelerar el rigor mortis y reducir o eliminar por ello el almacenamiento de maduración.

55 El documento US-A-3.637.405 describe un método para procesar carne con la intención de evitar el goteo de jugo de carne durante el almacenamiento y mejorar el ablandamiento superficial localizado especialmente después de la acción del golpeo de aparatos de manejo mecánico tal como los dedos de quitar plumas. El procedimiento comprende las etapas de enfriar rápidamente carne envasada en un envase impermeable al vapor para congelar hasta el tercio exterior de la carne (la "zona superficial") y proporcionar y mantener un gradiente de temperatura por toda la carne de más de 7°C por exposición a una temperatura entre -17°C y -74°C durante entre 0,5 y 5 horas y a continuación permitiendo equilibrar la carne superficialmente congelada por exposición a una temperatura entre $-1,7^{\circ}$ y $+5^{\circ}\text{C}$ durante usualmente de 3 a 12 horas y preferentemente durante 36 a 42 horas para proporcionar la ternura óptima. Las enzimas inherentemente presentes en la carne no están inactivadas en la zona interna dado que no está congelada. De este modo, los mecanismos enzimáticos normales que ocurren para ablandar naturalmente la carne son capaces de ocurrir durante el equilibrado. No hay sugerencia de que la congelación superficial de la carne podría acelerar el ablandamiento o de que el procedimiento tenga ninguna ventaja adicional cuando se aplica a aves enteras comparado con trozos de pollo.

ES 2 284 918 T3

Es un objetivo de la presente invención acelerar el ablandamiento de carne de ave sobre el hueso para reducir el tiempo de almacenamiento y los costes asociados al madurar la carne previamente al deshuesado o cocción.

5 Sorprendentemente, se he encontrado que el tiempo de maduración se reduce considerablemente si por lo menos la pechuga del ave preparada recién matada, sin deshuesar, se enfría rápidamente por exposición a una temperatura de a lo sumo -10°C y si la velocidad de enfriamiento se reduce subsecuentemente de modo que solo se congela una porción del contenido de agua de la carne.

10 Sin desear estar vinculado a ninguna teoría en particular, se cree que la reducción del tiempo de maduración ocurre porque se enfría tanta musculatura del ave como es posible hasta una temperatura justo por debajo de su punto de congelación inicial (justo por debajo de -2°C) y se mantiene ahí durante un periodo típicamente menor de una hora. A esa temperatura, una porción del contenido de agua dentro del tejido se congela para convertirse en hielo. Dado que el hielo se forma solo de agua pura, su formación retira efectivamente agua del tejido provocando un incremento de la concentración de sales y otros solutos en el agua líquida restante. Este incremento de concentración parece iniciar reacciones químicas que aceleran la aparición del ablandamiento por medio de mecanismos tales como el rigor mortis y la autodigestión. Aunque las velocidades de reacción son lentas (porque la temperatura de la masa del tejido está por debajo de cero), las reacciones ocurren a una velocidad creciente a medida que se baja la temperatura en por lo menos unos pocos grados por debajo del punto de congelación inicial. Una vez que han ocurrido estas reacciones, en típicamente menos de una hora, los tejidos se pueden calentar. El tejido madurado se podría describir como templado.

20 A tales temperaturas, se forma una corteza congelada rígida sobre por lo menos la parte de la pechuga de la carne. La presencia de tal corteza congelada, no solo retira rápidamente calor de la superficie del ave sino que limita también el punto hasta el que se puede contraer el músculo durante el procesado subsecuente. Esta corteza congelada puede también jugar un papel en el procedimiento de ablandamiento. La corteza congelada típicamente será de 2 a 4 mm, usualmente alrededor de 3 mm de grosor. El ave entera se puede congelar superficialmente.

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método que comprende:

30 enfriar rápidamente por lo menos la carne de pechuga de un ave sin deshuesar recién matada preparada por exposición a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C para proporcionar una corteza congelada sobre la pechuga y un gradiente de temperatura a través de la carne de pechuga en el que la reducción de la temperatura interior de la carne de pechuga no es mayor del 65% de la reducción en la temperatura superficial de la carne de pechuga; y

35 reducir la velocidad a la que se enfría la pechuga para reducir dicho gradiente de temperatura mientras se mantiene la temperatura superficial de la carne de pechuga por debajo de -2°C durante tiempo suficiente para congelar solo una porción del contenido de agua de la carne de pechuga, para acelerar el ablandamiento de la carne de ave.

40 El término “preparada” tal como se usa aquí quiere decir que el ave ha sido desplumada, usualmente pero no necesariamente decapitada y/o eviscerada.

45 El término “ave” se usa aquí para incluir cualquier ave doméstica, por ejemplo, pollos, patos, gansos, y pavos, o caza o ave salvaje, por ejemplo, urogallo, pintadas, palomas, perdices, faisanes y codornices. Sin embargo, la invención tiene aplicación particular para aves de granja para factoría, especialmente pollos y pavos.

50 Idealmente, la temperatura por toda la carne debe estar alrededor de o justo por debajo de la temperatura de congelación inicial de la carne. En otras palabras, idealmente no hay gradiente de temperatura a través de cuerpo de la carne que está a una temperatura uniforme de, por ejemplo, -2°C a -3°C . Típicamente, por lo menos la carne de pechuga se enfría rápidamente de modo que la reducción en la temperatura interna de la carne de pechuga no es mayor del 65% de la reducción de la temperatura superficial de la carne de pechuga durante la etapa de enfriamiento rápido. El grosor de la carne afectará a la reducción relativa de temperatura entre el núcleo y la superficie pero es típica una reducción relativa del 25% al 65%.

55 El gradiente de temperatura “reducido” entre el interior y la superficie de la carne de pechuga es preferentemente no mayor de 10°C . Es particularmente preferido si el gradiente de temperatura reducido no es mayor de 5°C . La temperatura superficial de la carne de pechuga después de dicho enfriamiento rápido está típicamente entre -2°C y -20°C y es preferentemente alrededor de -14°C .

60 En el contexto de la presente solicitud, el flujo térmico es la medida de la velocidad a la que se pierde calor desde la superficie de un ave. El flujo térmico como función de la temperatura se conoce como el coeficiente de transferencia de calor y se mide en $\text{W}/\text{m}^2/^{\circ}\text{C}$. El ave se puede enfriar rápidamente por exposición a un flujo térmico de por lo menos $1.000 \text{ W}/\text{m}^2$ y la velocidad a la que se enfría la carne de pechuga se puede reducir exponiendo el ave congelada superficialmente a menos flujo térmico. El flujo térmico para la etapa de enfriamiento rápido es usualmente de $2.000 \text{ W}/\text{m}^2$ a $50.000 \text{ W}/\text{m}^2$ y preferentemente de $4.000 \text{ W}/\text{m}^2$ a $10.000 \text{ W}/\text{m}^2$. Típicamente, el ave se enfría rápidamente por exposición a un flujo térmico de alrededor de $6.500 \text{ W}/\text{m}^2$.

ES 2 284 918 T3

El ave se enfría rápidamente, usualmente por exposición a una temperatura de enfriamiento de -10°C a -45°C y preferentemente por exposición a una temperatura de enfriamiento de alrededor de -30°C que es aproximadamente la temperatura de funcionamiento normal de un congelador de aire forzado estándar. El ave típicamente se enfría rápidamente por exposición a la temperatura de enfriamiento durante 10 a 60 minutos. El periodo de tiempo preferido de exposición a la temperatura de enfriamiento depende de la temperatura de enfriamiento misma y del flujo térmico. Como guía general, para un flujo térmico dado, cuanto más fría la temperatura de enfriamiento, menos tiempo necesita el ave estar expuesta a ella. Por ejemplo, el inventor ha encontrado que si un ave se enfría muy rápidamente por exposición a una temperatura de enfriamiento de alrededor de -10°C y con un coeficiente de transferencia de calor de alrededor de $100\text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$, necesita ser expuesta a esa temperatura durante alrededor de 60 minutos para que se acelere el ablandamiento según la invención mientras que un ave expuesta a una temperatura de enfriamiento de alrededor de -35°C con el mismo coeficiente de transferencia de calor solo necesita ser expuesta a esa temperatura durante alrededor de 10 minutos.

La porción de contenido de agua de la carne de pechuga que está congelada es usualmente entre 5% y 60% en masa pero es preferentemente alrededor de 10% en masa.

El ave congelada superficialmente se expone preferentemente a una temperatura constante de -15°C a -2°C durante tiempo suficiente para congelar solo una porción del agua de la carne de pechuga. La temperatura se eleva linealmente preferentemente desde la temperatura de enfriamiento hasta una temperatura de -15°C a -2°C .

El ave se puede enfriar usando cualquier técnica apropiada tal como exposición a una temperatura criogénica durante un corto tiempo, por ejemplo, 2 minutos o menos. La expresión "temperatura criogénica" usada aquí quiere decir una temperatura de menos de -50°C a presión atmosférica pero se prefiere que la temperatura sea menor de -75°C , especialmente menor de -100°C . Se puede usar cualquiera de las técnicas usadas en la técnica anterior para congelar superficial y criogénicamente un ave con tal de que se consiga un enfriamiento rápido. Sin embargo, se prefiere que por lo menos la pechuga del ave preparada se pulverice con, o se sumerja en un líquido criogénico. El criógeno preferido es nitrógeno líquido pero se pueden usar otros criógenos, por ejemplo, dióxido de carbono. Sin embargo, se prefiere que el ave se enfríe rápidamente por refrigeración mecánica, por ejemplo, usando un congelador de aire forzado estándar.

Después de la etapa de enfriamiento rápido (usualmente inmediatamente después), el periodo de tiempo total en el que la carne de pechuga se enfría a velocidad cero o reducida es preferentemente de 25 minutos a 75 minutos. El inventor ha encontrado que este tiempo total depende de la temperatura usada para producir el ave congelada superficialmente para un coeficiente de transferencia de calor dado si va a ocurrir el ablandamiento acelerado. Por ejemplo, si la temperatura usada para producir el ave superficialmente congelada es alrededor de -35°C a $100\text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$, entonces idealmente el periodo total de tiempo en el que la carne de pechuga se enfría a velocidad reducida o cero es alrededor de 35 minutos. Si la temperatura usada para producir el ave superficialmente congelada es alrededor de -10°C con el mismo coeficiente de transferencia de calor, entonces el periodo total de tiempo en el que la carne de pechuga se enfría a velocidad reducida o cero es de alrededor de 60 minutos. La temperatura se eleva linealmente preferentemente, es decir, se incrementa a una velocidad constante, desde la temperatura de enfriamiento durante un periodo de tiempo de 10 minutos a 60 minutos. Una vez que se ha alcanzado la nueva temperatura de enfriamiento, el ave se mantiene a continuación expuesta a esa temperatura durante el tiempo restante.

Durante la elevación lineal de la temperatura desde la temperatura de enfriamiento, el ave superficialmente congelada se expone a un flujo térmico decreciente que es suficiente para extraer calor de la carne de pechuga a una velocidad que permita que el calor del interior de la carne se difunda hasta la superficie. Preferentemente, el flujo térmico disminuye a una velocidad constante.

En este momento, el procedimiento de ablandamiento acelerado ha tenido lugar y la siguiente etapa puede ser deshuesar (o filetear) y/o trocear el ave ablandada. La temperatura ideal de la carne para filetear un ave es típicamente entre $+1^{\circ}\text{C}$ y $+5^{\circ}\text{C}$ y preferentemente alrededor de $+2^{\circ}\text{C}$. Idealmente, no hay gradiente de temperatura a través del cuerpo de la carne. Sin embargo, la temperatura superficial (y la temperatura de la mayor parte de la carne profunda) del ave ablandada está aún por debajo de cero y, de este modo, el ave ablandada no estaría preparada para el fileteo lo que daría como resultado una reducción en la producción de carne. Hay también un gradiente de temperatura a través del cuerpo de la carne siendo la temperatura del interior significativamente más caliente que la temperatura de la superficie, que puede estar congelada. Por lo tanto, el ave ablandada se expone preferentemente a una temperatura de equilibrado desde $+4^{\circ}\text{C}$ a $+30^{\circ}\text{C}$, preferentemente alrededor de $+10^{\circ}\text{C}$, durante un tiempo suficiente, típicamente de 10 minutos a 20 minutos dependiendo de la temperatura del ave ablandada, de tal modo que la carne se caliente hasta una temperatura de equilibrado de 0°C a $+5^{\circ}\text{C}$. La temperatura de equilibrado es la temperatura que alcanzaría la carne si el gradiente de temperatura se dejase disipar sin pérdida de calor de la carne. La temperatura del ave equilibrada resultante es preferentemente de 0°C a $+5^{\circ}\text{C}$, más preferentemente, alrededor de $+2^{\circ}\text{C}$.

En lugar de deshuesar (o filetear) y/o trocear, el ave equilibrada se puede cocinar entera.

En una realización, por lo menos la pechuga de un ave sin deshuesar recién matada preparada se enfría rápidamente por exposición a una temperatura de enfriamiento de alrededor de -35°C durante alrededor de 10 minutos a $100\text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$ para producir un ave superficialmente congelada. El ave superficialmente congelada se expone subsecuente a una temperatura de alrededor de -15°C durante alrededor de 35 minutos a $100\text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$ para producir un ave ablandada. El ave ablandada se calienta por exposición a una temperatura de equilibrado de alrededor de $+10^{\circ}\text{C}$ durante alrededor de 15 minutos.

ES 2 284 918 T3

En otra realización, por lo menos la pechuga de un ave sin deshuesar recién matada preparada se enfría rápidamente por exposición a una temperatura de enfriamiento de alrededor de -10°C durante alrededor de 60 minutos a $100\text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$ para producir un ave superficialmente congelada. El ave superficialmente congelada se expone subsecuentemente a una temperatura de alrededor de $+2^{\circ}\text{C}$ durante alrededor de 60 minutos a $100\text{ W/m}^2/^{\circ}\text{C}$ para producir un ave ablandada. El ave ablandada se calienta por exposición a una temperatura de equilibrio de alrededor de $+10^{\circ}\text{C}$ durante alrededor de 20 minutos.

La carne de ave procesada preferentemente tiene una ternura (tal como se define aquí) de la pechuga cocida de a lo sumo 60 newton. La ternura de la pechuga cocida preferida es alrededor de 40 newton. La expresión “ternura de la pechuga cocida” usada aquí es el valor medio de una evaluación de ternura estándar realizada con tiras de pechugas deshuesadas cocidas en un horno, sin piel, a 190°C durante 18 minutos. Cada pechuga se recorta para reducirla a una tira longitudinal de 2 mm de ancho por medio de cortes paralelos a la alineación de la fibra muscular predominante del músculo dorsal y se realiza la medida de la ternura en la posición en la que la tira tiene un grosor de 20 mm o en el máximo grosor de la tira, cualquiera que sea el valor más pequeño. Las evaluaciones se realizan usando un analizador de textura mecánica con una cuchilla Warner-Brazier movida a $0,5\text{ mm/s}$ y las medidas se realizan 5 minutos después de la retirada del horno y en intervalos de tres minutos a continuación hasta que se ha enfriado la carne.

El periodo suficiente para proporcionar una ternura de pechuga cocida (tal como se define aquí) de 60 newton usualmente se reduce significativamente comparado con un procedimiento de ablandamiento idéntico que excluye dicho enfriamiento rápido.

El ave se puede matar por cualquier método usado convencionalmente en el procesado de aves pero se usarán usualmente métodos de aturdimiento eléctrico y métodos de gas anóxico, especialmente usando una mezcla de por lo menos dos gases seleccionados de nitrógeno, argón y dióxido de carbono.

Aunque es posible que el proceso se aplique a un solo ave, se prefiere que se procese una línea de aves sin deshuesar recién matadas preparadas.

Los inventores han encontrado que el calor de las aves sin deshuesar recién matadas preparadas se puede usar para por lo menos equilibrar parcialmente las aves calientes. Esto tiene la ventaja secundaria de enfriar las aves que entran lo que es beneficioso con respecto a la velocidad y eficiencia del proceso y con respecto al coste de funcionamiento. El método de la presente invención se puede aplicar con éxito a aves sin deshuesar recién matadas preparadas que han sido pre-enfriadas así como a aves llevadas directamente desde el proceso de matanza, desplumado y evisceración.

Preferentemente, el calor transferido desde aves sin deshuesar recién matadas preparadas se usa para calentar y por lo menos equilibrar parcialmente aves ablandadas. El calor se transfiere preferentemente de las aves a las aves ablandadas por intercambio indirecto de calor usando por lo menos un fluido de intercambio de calor.

En una realización del método, el fluido de intercambio de calor, por ejemplo, aire, fluye por la superficie de dichas aves recién matadas para producir un fluido de intercambio de calor calentado que se impulsa a continuación directamente sobre la superficie de las aves ablandadas.

En otra realización del método, un primer fluido de intercambio de calor fluye por la superficie de las aves para producir un primer fluido de intercambio de calor calentado. Un segundo fluido de intercambio de calor se calienta por intercambio de calor indirecto contra por lo menos una porción de dicho primer fluido de intercambio de calor calentado para producir un segundo fluido de intercambio de calor calentado. Un tercer fluido de intercambio de calor se calienta por intercambio de calor indirecto contra por lo menos una porción de dicho segundo fluido de intercambio de calor calentado para producir un tercer fluido de intercambio de calor calentado que se impulsa a continuación directamente sobre la superficie de aves ablandadas. En esta realización, se usa preferentemente aire como primer y tercer fluido de intercambio de calor y se usa un fluido de intercambio de calor basado en agua como segundo fluido de intercambio de calor. La naturaleza del fluido de intercambio de calor basado en agua dependerá de la temperatura a la que se requiere que funcione. Por ejemplo, si el fluido se requiere que funcione por debajo del punto de congelación del agua se puede usar salmuera o disoluciones acuosas de glicol. Por otra parte, si se requiere trabajar por encima del punto de congelación del agua se puede usar agua misma. En tales realizaciones, se puede añadir un agente anticorrosivo al agua.

Para todas las realizaciones, el o cada fluido de intercambio de calor se recicla preferentemente.

En un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para acelerar el ablandamiento de carne de ave que comprende:

enfriar rápidamente por lo menos la carne de pechuga de un ave sin deshuesar recién matada preparada por exposición a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C para proporcionar una corteza congelada sobre la pechuga y un gradiente de temperatura a través de la carne de pechuga en el que la reducción de la temperatura interior de la carne de la pechuga no es mayor del 65% de la reducción en la temperatura de superficie de la carne de pechuga;

ES 2 284 918 T3

reducir la velocidad a la que se enfría la pechuga para reducir dicho gradiente de temperatura mientras se mantiene la temperatura superficial de la carne de pechuga por debajo de -2°C durante tiempo suficiente para congelar solo una porción del contenido de agua de la carne de pechuga y acelerar por ello el ablandamiento de la carne; y

5

exponer las aves ablandadas a una temperatura de equilibrio desde +4°C a +30°C para producir aves equilibradas.

10 en el que el calor transferido desde las aves sin deshuesar recién matadas preparadas que entran se usa para calentar y por lo menos equilibrar parcialmente las aves ablandadas.

En un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para procesar carne de ave según el método del segundo aspecto, comprendiendo dicho aparato:

15 una zona de enfriamiento en la que por lo menos la pechuga de las aves sin deshuesar recién matadas preparadas se enfría rápidamente por exposición a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C para proporcionar una corteza congelada sobre la pechuga y un gradiente de temperatura en la carne de pechuga en el que la reducción de la temperatura interna de la carne de pechuga no es mayor del 65% de la reducción de la temperatura superficial de la carne de pechuga;

20

una zona de enfriamiento adicional en la que las aves superficialmente congeladas se enfrían adicionalmente pero a una velocidad reducida, reduciendo por ello el gradiente de temperatura mientras se mantiene la temperatura superficial de la carne de pechuga por debajo de -2°C durante suficiente tiempo para congelar solo una porción del contenido de agua de la carne de pechuga y ablandar por ello la carne; y

25

una zona de equilibrio en la que las aves ablandadas se exponen a una temperatura de equilibrio desde +4°C a +30°C para producir aves equilibradas;

30 en el que el aparato comprende adicionalmente medios para transferir calor de las aves sin deshuesar recién matadas preparadas que entran a las aves ablandadas en la zona de equilibrio para calentar y por lo menos equilibrar parcialmente dichas aves ablandadas.

35 El aparato se puede adaptar y/o construir para llevar a cabo cualquier combinación de las características preferidas del método del primer aspecto de la presente invención. Por ejemplo, en una realización del tercer aspecto, el aparato comprende adicionalmente:

40 una zona de pre-enfriamiento en comunicación por fluido de intercambio de calor con la zona de equilibrio en la que las aves sin deshuesar recién matadas preparadas se pre-enfrían por intercambio directo de calor con un fluido de intercambio de calor para producir fluido de intercambio de calor calentado; y

45

medios de propulsión para propulsar fluido de intercambio de calor calentado directamente sobre la superficie de aves ablandadas en la zona de equilibrio. En esta realización, el fluido de intercambio de calor es preferentemente aire.

45 En una segunda realización del tercer aspecto, el aparato preferentemente comprende adicionalmente:

50 una zona de pre-enfriamiento térmicamente integrada con la zona de equilibrio en la que las aves sin deshuesar recién matadas preparadas se pre-enfrían por intercambio directo de calor con un primer fluido de intercambio de calor para producir un primer fluido de intercambio de calor calentado;

55

medios de intercambio de calor para transferir calor desde por lo menos una porción de dicho primer fluido de intercambio de calor calentado a un segundo fluido de intercambio de calor para producir un segundo fluido de intercambio de calor calentado;

55 medios de intercambio de calor adicionales en comunicación por un fluido de intercambio de calor con la zona de equilibrio para transferir calor desde por lo menos una porción de dicho segundo fluido de intercambio de calor calentado a un tercer fluido de intercambio de calor para producir un tercer fluido de intercambio de calor calentado; y

60 medios de propulsión para propulsar el tercer fluido de intercambio de calor calentado directamente sobre la superficie de aves ablandadas en la zona de equilibrio. En esta realización, el primer y tercer fluido de intercambio de calor son preferentemente aire y el segundo fluido de intercambio de calor es preferentemente un fluido de intercambio de calor basado en agua tal como agua (con o sin un agente anticorrosión), salmuera y una disolución acuosa de glicol.

65

En ambas realizaciones, los medios de propulsión comprenden preferentemente por lo menos un ventilador.

ES 2 284 918 T3

El aparato puede incluir adicionalmente una zona de retención en la que las aves ablandadas se mantienen durante un periodo de tiempo a baja o nula transferencia neta de calor para ayudar al ablandamiento de la carne.

5 A lo largo de la memoria descriptiva, el término “medios” en el contexto de medios para llevar a cabo una función se desea que se refiera a por lo menos un dispositivo adaptado y/o construido para llevar a cabo esa función.

Otros aspectos importantes de la presente invención incluyen:

10 • el uso de calor de las aves sin deshuesar recién matadas preparadas para incrementar la temperatura superficial de dichas aves ablandadas acelerando por ello el equilibrado de las aves ablandadas hacia una temperatura de equilibrio desde 0°C a +5°C, y

15 • el uso de por lo menos un fluido de intercambio de calor para transferir calor de aves sin deshuesar recién matadas preparadas a aves ablandadas para incrementar la temperatura superficial de dichas aves ablandadas acelerando por ello el equilibrado de las aves ablandadas hacia una temperatura de equilibrio de 0°C a +5°C.

La siguiente es una descripción a modo solo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos de realizaciones preferidas ahora mismo de la invención. En los dibujos:

20 La figura 1 es un gráfico que representa los resultados de los Ejemplos 1 a 4;

La figura 2 es un gráfico que representa el efecto calculado del presente método sobre el gradiente de temperatura en todo el cuerpo de la carne;

25 La figura 3 es una representación diagramática de una vista en planta desde arriba de una realización del aparato de la presente invención que tiene una configuración en línea.

La figura 4 es una representación diagramática de una vista lateral de la realización de la figura 3;

30 La figura 5 es una representación diagramática de una vista en planta desde arriba de otra realización del aparato de la presente invención que tiene una configuración en bucle.

La figura 6 es una representación diagramática de una vista lateral de la realización de la figura 5;

35 La figura 7 es una representación diagramática de una vista en planta desde arriba de una realización adicional del aparato de la presente invención en la que se consigue la congelación superficial por refrigeración mecánica.

40 La figura 8 es una representación diagramática de una vista lateral de la realización de la figura 7;

La figura 9 es una serie de gráficos que representan el gradiente de temperatura calculado a través del cuerpo de carne de pollo en cada etapa del método según la presente invención;

45 La figura 10 es un gráfico que representa como puede variar el flujo térmico con el tiempo según la presente invención;

La figura 11 es un gráfico que representa como se varió el flujo térmico con el tiempo en el Ejemplo 7; y

50 La figura 12 es una representación diagramática de una realización adicional del aparato de la presente invención.

Se ha calculado el efecto de la presente invención sobre el gradiente de temperatura a través de la carne de pechuga de un ave sin deshuesar recién matada preparada y los resultados se muestran en la Figura 2. El cálculo se ha basado en el ave que se expone en un túnel de entrada a una temperatura de +10°C a un coeficiente de transferencia de calor de 30 W/m²/°C durante 1200 segundos. El ave pre-enfriada se expone a una temperatura de -45°C durante 430 segundos a 100 W/m²/°C en un refrigerador mecánico para congelar la corteza y, una vez que se ha formado la corteza, la temperatura se eleva linealmente hasta -13°C durante 770 segundos. El ave ablandada se expone a continuación en un túnel de salida a una temperatura de +10°C y un coeficiente de transferencia de calor de 30 W/m²/°C durante 1200 segundos. La temperatura de equilibrado es +1,91°C.

60 En la figura 2, se muestra la temperatura en diez posiciones a través de la pechuga, es decir, desde la superficie hasta el interior de la parte más gruesa. En el túnel de entrada, la temperatura de la superficie cae rápidamente hasta alrededor de +24°C. Durante el procedimiento, la temperatura de la superficie cae bruscamente por debajo de 0°C y la temperatura del interior baja lentamente hasta alrededor de +3°C. En el túnel de salida, el gradiente de temperatura dentro de la pechuga se invierte y la temperatura de la superficie llega a alrededor de +6°C dejando el interior a alrededor de 0°C. La temperatura superficial resultante quiere decir que las aves procesadas están listas para filetear.

ES 2 284 918 T3

Refiriéndonos a las Figuras 3 y 4, la línea 110 de proceso tiene una configuración en línea y comprende un extremo de carga 112 en el que se introducen aves sin deshuesar recién matadas preparadas 100 en la línea 110 y un extremo de descarga 114 en el que las aves equilibradas son retiradas de la línea 110. La línea 110 comprende una zona de pre-enfriamiento 116, una sección de refrigerador 118 que comprende por lo menos una zona de enfriamiento y una zona de equilibrado 120 y las aves 100 se mueven a lo largo de la línea 110 a través de cada zona vía una cinta continua accionada 122.

En la zona de pre-enfriamiento 116, se hace pasar aire alrededor de las aves sin deshuesar recién matadas preparadas 100 en la que se calienta por intercambio directo de calor para producir una corriente de aire caliente. La corriente de aire caliente se impulsa por medio de un ventilador o soplante (no mostrado) a lo largo de la conducción 124 hasta la zona de equilibrado 120 en la que el calor de la corriente de aire calentado se intercambia directamente con las aves ablandadas. La corriente de aire enfriado resultante se recicla a continuación a lo largo de la conducción 125 hasta la zona de pre-enfriamiento 116.

Las aves pre-enfriadas se pasan de la sección de pre-enfriamiento 116 a la sección de refrigerador 118 en la que se exponen a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C para proporcionar una corteza congelada sobre la pechuga y a continuación se enfrían adicionalmente pero a una velocidad reducida para producir aves ablandadas. Las aves ablandadas se pasan a continuación de la zona de equilibrado 120 en la que se han calentado a la temperatura de equilibrado requerida por lo menos en parte por intercambio directo de calor con la corriente de aire caliente de la sección de pre-enfriamiento 116. Las aves equilibradas se retiran a continuación de la línea 110 para el procesado adicional.

En las figuras 5 y 6, la línea de proceso 110 tiene una configuración de bucle en la que tanto la carga como la descarga de la línea 110 están en un extremo 112. Como con la realización representada en las Figuras 3 y 4, la línea 110 comprende una zona de pre-enfriamiento 116, una sección de refrigerador 118 que comprende por lo menos una zona de enfriamiento y una zona de equilibrado 120 y las aves se mueven a lo largo de la línea 110 a través de cada zona vía una cinta continua impulsada 122.

En la zona de pre-enfriamiento 116, se hace pasar aire alrededor de las aves sin deshuesar recién matadas preparadas 100 en la que se calienta por intercambio directo de calor para producir una corriente de aire caliente. La corriente de aire caliente se impulsa por medio de un ventilador o soplante (no mostrado) a través de la abertura 126 (o a lo largo de una conducción (no mostrada) similar a la mostrada en las Figuras 3 y 4) hasta la zona de equilibrado 120 en la que el calor de la corriente de aire calentado se intercambia directamente con las aves ablandadas. La corriente de aire enfriado resultante se recicla a la zona de pre-enfriamiento 116 por la abertura 128 (o a lo largo de una conducción (no mostrada) similar a la mostrada en las Figuras 3 y 4).

Las aves pre-enfriadas se pasan de la zona de pre-enfriamiento 116 a la sección del refrigerador 118 en la que se exponen a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C para proporcionar una corteza congelada sobre la pechuga y a continuación se enfrían adicionalmente pero a una velocidad reducida para producir aves ablandadas. Las aves ablandadas se pasan a continuación de la zona de equilibrado 120 en la que se han calentado a la temperatura de equilibrado requerida por lo menos en parte por intercambio directo de calor con la corriente de aire caliente de la sección de pre-enfriamiento 116. Las aves equilibradas se retiran a continuación de la línea 110 para el procesado adicional.

Las figuras 7 y 8 representan una disposición diferente de la realización mostrada en las Figuras 3 y 4. La línea de proceso 110 tiene una configuración en línea y comprende un extremo de carga 112 y un extremo de descarga 114. La línea 110 comprende una zona de pre-enfriamiento 116, una sección de refrigerador 118 que comprende por lo menos una zona de enfriamiento y una zona de equilibrado 120 y las aves se mueven a lo largo de la línea 110 a través de cada zona vía una cinta continua impulsada 122.

En la zona de pre-enfriamiento 116, se hace pasar aire alrededor de las aves sin deshuesar recién matadas preparadas 100 en la que se calienta por intercambio directo de calor para producir una corriente de aire calentado. La corriente de aire calentado se alimenta a lo largo de la conducción 130 a un primer intercambiador de calor 134 en el que por lo menos una porción de ella se enfría por intercambio indirecto de calor contra una corriente 136 de un fluido de intercambio de calor basado en agua. El aire enfriado sale del intercambiador de calor 134 y se alimenta a lo largo de la conducción 132 a la zona de pre-enfriamiento 116. La corriente calentada resultante de fluido de intercambio de calor basado en agua se bombea a continuación 137 a un segundo intercambiador de calor 138 en el que se enfría por intercambio indirecto de calor contra una corriente de aire adicional. La corriente enfriada resultante de fluido de intercambio de calor basado en agua se recicla 136 al primer intercambiador de calor 134 mientras que la corriente adicional resultante de aire calentado se alimenta a lo largo de la conducción 140 a la zona de equilibrado 120 en la que calienta las aves ablandadas por intercambio directo de calor. La corriente de aire enfriado resultante se recicla a continuación a lo largo de la conducción 142 de nuevo al segundo intercambiador de calor 138.

Las etapas de enfriamiento del procedimiento se consiguen usando una unidad de refrigeración mecánica 144.

Los gráficos A a F en la Figura 9 representan el gradiente de temperatura calculado a través del cuerpo de una pechuga de pollo en cada etapa del presente método como se ejemplifica en el Ejemplo 6. La temperatura en todo el cuerpo de la carne después de la evisceración y antes de enfriar es alrededor de $+40^{\circ}\text{C}$ (Gráfico A). El final de la etapa

ES 2 284 918 T3

de enfriamiento, hay un pronunciado gradiente de temperatura entre el interior y la superficie de la carne, estando el interior a alrededor de +30°C y estando la superficie a alrededor de -14°C (Gráfica B). Después de que se ha elevado linealmente la temperatura desde la temperatura de enfriamiento, el gradiente de temperatura es menos pronunciado, estando el interior a alrededor de +15°C y estando la superficie a alrededor de -5°C (Gráfico C). El gradiente de temperatura se disminuye adicionalmente después de que la carne se ha mantenido expuesta a esta temperatura aumentada linealmente. En este momento, el interior está a alrededor de +2°C y la superficie está a alrededor de +5°C (Gráfico D). Después del equilibrado, el gradiente de temperatura se invierte con el interior a alrededor de +2°C y la superficie a alrededor de +5°C (Gráfico E). Idealmente, la temperatura por todo el cuerpo de la carne debe ser de alrededor de -3°C mientras se mantiene la carne expuesta a la temperatura aumentada linealmente (Gráfico F).

La Figura 10 es un gráfico que representa como varía el flujo térmico con el tiempo en una realización del procedimiento según la presente invención. La Figura 11 es un gráfico que representa como varía el flujo térmico con el tiempo en el procedimiento descrito en el Ejemplo comparativo 7.

Refiriéndonos a la Figura 12, la línea de proceso 110 tiene una configuración en línea y comprende un extremo de carga 112 en el que se introducen aves sin deshuesar recién matadas preparadas 100 en la línea 110 y un extremo de descarga 114 en el que se retiran las aves equilibradas 111 de la línea 110. La línea 110 comprende una sección de refrigerador 118 que comprende una primera zona de enfriamiento 146 en la que las aves se exponen a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C y una segunda zona 148 de enfriamiento en la que la temperatura a la que se exponen las aves superficialmente congeladas se eleva linealmente. La línea 110 comprende adicionalmente una zona de mantenimiento 150 en la que las aves se mantienen a la temperatura elevada linealmente con poca o ninguna transferencia de calor. La línea 110 también comprende una zona 120 de equilibrado en la que las aves se exponen a una temperatura de +4 a +30°C de modo que pueda tener lugar el equilibrado. Las aves se mueven a lo largo de la línea 110 a través de cada zona vía una cinta continua impulsada 122. Las aves equilibradas 111 se retiran a continuación de la línea 110 para un procesamiento adicional.

La temperatura en la primera y segunda zona de enfriamiento 146,148 está controlada por las unidades de refrigeración 152, 162. Cada unidad comprende un ventilador 154, 164 y un intercambiador de calor 156,166. Ambos intercambiadores de calor 156, 166 tienen una entrada de refrigerante 158, 168 y una salida de refrigerante 160, 170. La extracción de calor de las aves se puede controlar variando la velocidad a la que funcionan los ventiladores 154, 164.

Las aves ablandadas se calientan en la zona de equilibrado 120 por medio de un calefactor 172 que comprende un ventilador 174 y por lo menos un elemento calefactor 176.

La invención se ilustra con los siguientes Ejemplos no limitantes.

Ejemplo 1

Se sumergieron en nitrógeno líquido pollos recién matados desplumados y eviscerados de 1,23 a 1,87 kg durante 55 segundos. Al final de este periodo, se transfirieron a un lugar de almacenamiento a +2°C durante un periodo de equilibrio/maduración de 20, 60, 90, 120, 150 o 180 minutos. Después de este periodo, las aves fueron llevadas a la cocina y se retiraron las pechugas y se cocieron sin piel a 190°C durante 20 minutos. Las pechugas se pesaron antes y después de la cocción y se evaluó la ternura de las pechugas cocidas.

La evaluación de la ternura se realizó sometiendo las pechugas cocidas de cuatro aves (o solo dos cuando se especifique) a análisis con un analizador de textura mecánico. Se empleó un analizador de textura Lloyd LRX plus con una cuchilla de cizalladura Warner-Brazier. Cada pechuga se recortó primero para reducirla a una tira estrechada longitudinalmente de 20 mm de ancho y se realizó la medida en la posición en la que el estrechamiento tenía una profundidad de 30 mm.

Para cada lote, las medidas de la textura comenzaron cinco minutos después del final de la cocción. El tiempo entre medidas subsiguientes fue de tres minutos. Para la mayoría de los datos solo se midieron seis de las ocho pechugas debido a restricciones de tiempo pero algunas pechugas se eliminaron porque no se pudo obtener la forma requerida.

Se pasó la cuchilla por la tira a una velocidad de 30 mm por minuto. Se registró la fuerza en función de la distancia desde el punto del primer contacto. Se evaluó la ternura comparando la máxima fuerza requerida durante el proceso de corte.

Los resultados de la evaluación de la ternura se exponen en la Tabla 1 (infra) y se muestran (en forma de rombo macizo) en la Figura 1 en comparación con los resultados de la evaluación de la ternura (mostrados en forma de un cuadrado macizo) para el Ejemplo 2 (infra). Las pérdidas de peso durante la cocción se exponen en la Tabla 2 (infra).

ES 2 284 918 T3

Ejemplo 2

(Comparativo)

5 Se recogieron pollos que habían sido recientemente matados, desplumados y eviscerados como en el Ejemplo 1 al final de una línea de frío mecánica convencional. Habían estado en el refrigerador durante 40 minutos y la temperatura de la carne profunda estaba en el intervalo de +15,6°C a +22,5°C. Las aves se retornaron por lo tanto al refrigerador durante unos 20 minutos adicionales antes de transferirlas al lugar de almacenamiento a +2°C durante un periodo total (incluyendo el tiempo de refrigeración) de 90, 120, 150, 180, 240, 300, 360, 420 o 530 minutos. Después de este periodo, se pesaron las aves y se retiraron las pechugas para la cocción y evaluación como en el Ejemplo 1. También se realizaron evaluaciones de aves recogidas directamente del extremo de la línea de frío (es decir, no sometidas a los 20 minutos adicionales de refrigeración o subsecuente almacenamiento).

15 Los resultados de la evaluación de la ternura se exponen en la Tabla 3 (infra) y las pérdidas de peso durante la cocción se exponen en la Tabla 4 (infra).

TABLA 1

Ternura de carne de pechuga cocida de pollos superficialmente congelados criogénicamente

Almacena- miento en frío (minutos)	Máxima fuerza de cizalladura (Newton)								
	Pechuga 1	Pechuga 2	Pechuga 3	Pechuga 4	Pechuga 5	Pechuga 6	Pechuga 7	Pechuga 8	Media
20	116,8	155,8	128,5	136,6	158,4	126,7	120,6	138,1	135,1
60	90,2	131,5	116,2	81,5	170,8	152,0	107,6	120,2	121,3
90	88,4	N/D	68,8	66,0	73,2	75,4	N/D	71,8	73,9
120	60,5	65,8	59,0	58,5	53,4	39,6			56,1
150	49,5	53,6	50,8	35,4	39,8	N/D	60,2		48,2
180	41,1	63,8	67,8	51,0	60,8	84,1			50,1

TABLA 2

Pérdida de peso al cocer carne de pechuga de pollos superficialmente congelados criogénicamente

Almacenamiento en frío (minutos)	No. de pechugas	Peso antes de cocer (g)	Peso después de cocer (g)	Pérdida de peso (%)
20	8	1,198	N/D	
60	8	1,248	0,865	30,7
90	8	1,177	0,833	29,2
120	8	1,166	N/D	
150	8	1,198	0,845	29,5
180	8	1,322	0,961	27,3

ES 2 284 918 T3

TABLA 3

Ternura de carne de pechuga cocida de pollos congelados convencionalmente

Tiempo de congelación+almacenamiento (minutos)	Máxima fuerza de cizalladura (Newton)								
	Pechuga 1	Pechuga 2	Pechuga 3	Pechuga 4	Pechuga 5	Pechuga 6	Pechuga 7	Pechuga 8	Media
40*	106,9	105,9	117,2	79,7	155,9	183,7	131,0	118,6	124,9
90	127,4	183,4	118,3	129,8	156,6	135,8			141,8
120	170,7	196,5	119,2	115,8	152,0	139,8			149,0
150	178,6	154,4	140,7	117,8	156,4	150,6			149,8
180	158,8	163,0	151,7	211,2	160,8	189,6			172,5
240	133,0	132,3	139,7	154,0	112,2	128,9			133,4
300	157,6	95,6	170,0	141,2					141,1
360	85,1	176,5	175,1	71,7					127,1
420	41,0	43,5	74,9	82,3	70,2	138,5	80,0	196,1	90,8
530*	35,0	33,0	38,8	N/D	35,3	44,1	73,2	N/D	43,2

* solo 40 minutos de congelación

TABLA 4

Pérdida de peso al cocer carne de pechuga de pollos convencionalmente congelados

Tiempo de congelación+almacenamiento (minutos)	No. de pechugas	Peso antes de cocer (g)	Peso después de cocer (g)	Pérdida de peso (%)
40*	8	1,084	0,752	30,6
90	8	1,441	1,072	25,6
120	8	1,259	0,931	26,1
150	8	1,402	1,035	26,2
180	8	1,270	N/D	
240	8	1,285	0,924	28,1
300	4	0,717	0,533	25,7
360	4	0,544	0,399	26,7
420	8	1,447	1,121	22,5
530*	8	1,111	0,750	32,5

*solo 40 minutos de congelación

Como se puede ver de la Tabla 1, las aves criogénicamente tratadas (que están superficialmente congeladas) del Ejemplo 1 consiguen la maduración en un periodo de 150 minutos, tiempo en el que tienen una ternura igual a la medida en aves alrededor de 450 minutos después del procedimiento estándar de congelación mecánica (véase la Tabla 2).

Los datos para las aves congeladas estándar muestran un amplio grado de variación en las medidas. Los datos en bruto muestran que pares de pechugas del mismo ave tienen grados similares de maduración pero que diferentes aves maduran a diferentes velocidades. Esto puede ser una función del peso de las aves (que era más ampliamente disperso en el Ejemplo 2 que en el Ejemplo 1) que condujo a diferentes perfiles de temperatura durante la congelación inicial.

ES 2 284 918 T3

Puede ser que aves congeladas estándar individuales tengan una curva de maduración similar a las aves superficialmente congeladas criogénicamente pero que el tiempo de inicio de la maduración está retrasado en periodos variables en las aves congeladas estándar.

5 La pérdida de peso media durante la cocción de las aves congeladas estándar era 27,2% con un intervalo de 22,5 a 32,5 por ciento. La pérdida de peso media durante la cocción para las aves superficialmente congeladas criogénicamente era 29,2% con un intervalo de 27,3 a 30,7%. En vista del gran intervalo de los datos, no es posible discernir una tendencia definida en la pérdida de peso a medida que avanza la maduración. Sin embargo, se puede concluir de estos datos que no hay gran diferencia en pérdida de peso durante la cocción entre los procedimientos de los
10 Ejemplos 1 y 2.

Ejemplo 3

15 Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1 pero con un tiempo de inmersión en nitrógeno líquido de 25 segundos; subsecuente transferencia a un Cryobatch™ en el que se sometieron a nitrógeno gaseoso frío a -19°C durante veinte minutos; y a continuación transferencia al lugar de almacenamiento a +2°C durante 1 o 3 horas. Las medidas de fuerza de cizalladura se muestran en la Tabla 5 (infra) y los valores se incluyen (en forma de triángulos macizos) en la Figura 1.

20 Ejemplo 4

(Comparativo)

25 Se repitió el procedimiento del Ejemplo 1 pero con pechugas deshuesadas en caliente (es decir, pechugas retiradas antes de que hubiera ocurrido ninguna congelación). Después de los 55 segundos de inmersión en nitrógeno líquido (tiempo durante el que las pechugas deshuesadas en caliente se congelan completamente), las pechugas congeladas se transfirieron al lugar de almacenamiento a +2°C durante 1 o 3 horas. Las pechugas estaban considerablemente encogidas y se volvieron muy deformes al cocerlas.

30 Las medidas de la fuerza de cizalladura se muestran en la Tabla 6 (infra) y los valores se incluyen (en forma de puntos macizos) en la Figura 1.

Ejemplo 5

35 Un pollo que tiene una temperatura inicial de +40°C (después de la matanza, desplumado, decapitación y evisceración) se expuso a una temperatura de enfriamiento de -10°C durante 60 minutos. El coeficiente de transferencia de calor para la etapa de enfriamiento rápido era 100 W/m²/°C (flujo térmico de 5000 W/m²). El pollo se expuso a continuación a una temperatura de +2°C (con transferencia de calor insignificante) durante 60 minutos para permitir que la temperatura de la carne se equilibrase.

40 Se encontró que la carne de pollo tenía una ternura de la pechuga cocida (como se define aquí anteriormente) de 43 newton cuando se cocina 24 horas después.

Ejemplo 6

45 Un pollo que tiene una temperatura inicial de +40°C (después de la matanza, desplumado, decapitación y evisceración) se expuso a una temperatura de enfriamiento de -35°C durante 10 minutos. El coeficiente de transferencia de calor para la etapa de enfriamiento rápido en esta simulación era 100 W/m²/°C (flujo térmico de 750 W/m²). A continuación se elevó linealmente la temperatura hasta -13°C durante 10 minutos. El coeficiente de transferencia de calor mientras se elevaba linealmente la temperatura era 100 W/m²/°C. El pollo se expuso a continuación a una temperatura de +2°C (con transferencia de calor insignificante) durante 31 minutos para permitir que la temperatura de la carne se equilibrase.

50 Se encontró que la carne de pollo tenía una ternura de la pechuga cocida (como se define aquí anteriormente) de 38,5 newton cuando se cocina 24 horas después.

Ejemplo 7

(Comparativo)

60 Para ilustrar un método que está por poco fuera del alcance de la presente invención, es decir, un método en el que el ablandamiento acelerado de carne de pollo no ocurre, se llevó a cabo una simulación por ordenador adicional. Se estimó que la temperatura inicial de la carne de pollo era +40°C. El pollo se expuso a una temperatura de enfriamiento de -30°C durante 24 minutos. El coeficiente de transferencia de calor para la etapa de congelación era 50 W/m²/°C (flujo térmico de 3500 W/m²). Se esperaba que la carne de pollo tuviera una ternura de la pechuga cocida (como se define aquí anteriormente) por encima de 40 newton.

Un gráfico que representa como varía el flujo térmico con el tiempo en este ejemplo se muestra en la Figura 11.

ES 2 284 918 T3

Ejemplo 8

- Para ilustrar que el método de la presente invención se puede aplicar con éxito a carne de pollo precocinado, se llevó a cabo una simulación por ordenador adicional. Se supuso que la temperatura inicial de la carne era +2°C.
- 5 En esta simulación, la carne de pollo se expuso a una temperatura de enfriamiento de -30°C durante 15 minutos. El coeficiente de transferencia de calor para esta etapa de congelación en la simulación era 50 W/m²/°C (flujo térmico de 3500 W/m²). La carne de pollo se expuso a continuación a una temperatura de +2°C durante 36 minutos para permitir que la temperatura de la carne se equilibrase.
- 10 Se esperaba que la carne de pollo tuviera una ternura de la pechuga cocida (como se define aquí anteriormente) de alrededor de 40 newton.

Se apreciará que la invención no está restringida a los detalles específicos de los Ejemplos y que se pueden realizar numerosas modificaciones y variaciones sin apartarnos del alcance de la invención como se define en las siguientes reivindicaciones.

15

TABLA 5

Ternura de carne de pechuga cocida de pollos superficialmente congelados criogénicamente

20

Almacenamiento en frío (minutos)	Máxima fuerza de cizalladura (Newton)						
	Pechuga 1	Pechuga 2	Pechuga 3	Pechuga 4	Pechuga 5	Pechuga 6	Media
60	92,7	100,1	77,4	125,0	123,5	254,6	112,2
180	77,2	139,8	51,2	83,1	145,2	117,7	102,4

25

30

TABLA 6

Ternura de carne de pechuga cocida de pechugas deshuesadas en caliente superficialmente congeladas criogénicamente

35

40

Almacenamiento en frío (minutos)	Máxima fuerza de cizalladura (Newton)						
	Pechuga 1	Pechuga 2	Pechuga 3	Pechuga 4	Pechuga 5	Pechuga 6	Media
60	98,2	92,6	114,2	N/D			101,6
180	126,7	158,1	92,1	N/D			125,6

45

50

55

60

65

ES 2 284 918 T3

REIVINDICACIONES

1. El uso de un método que comprende:

enfriar rápidamente por lo menos la carne de pechuga de un ave sin deshuesar recién matada preparada, por exposición a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C para proporcionar una corteza congelada sobre la pechuga y un gradiente de temperatura a través de la carne de pechuga en el que la reducción de la temperatura interior de la carne de la pechuga no es mayor del 65% de la reducción en la temperatura superficial de la carne de pechuga; y

reducir la velocidad a la que se enfría la pechuga para reducir dicho gradiente de temperatura mientras se mantiene la temperatura superficial de la carne de pechuga por debajo de -2°C durante tiempo suficiente para congelar solo una porción del contenido de agua de la carne de pechuga, para acelerar el ablandamiento de la carne de ave.

2. El uso según la reivindicación 1, en el que el ave se expone a la temperatura de enfriamiento durante de 10 minutos a 120 minutos.

3. El uso según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el ave se expone a la temperatura de enfriamiento durante 10 minutos a 60 minutos.

4. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el periodo de tiempo en el que la carne de pechuga se enfría a velocidad reducida es de 25 a 75 minutos.

5. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la temperatura se eleva linealmente desde la temperatura de enfriamiento durante un periodo de 10 minutos a 60 minutos.

6. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el ave ablandada se expone a una temperatura de equilibrio de $+4^{\circ}\text{C}$ a $+30^{\circ}\text{C}$ para producir un ave equilibrada.

7. El uso según la reivindicación 6, en el que el ave ablandada se expone a una temperatura de equilibrio durante suficiente tiempo tal que la carne se calienta hasta una temperatura de equilibrio de 0°C a $+5^{\circ}\text{C}$.

8. El uso según la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que la temperatura del ave equilibrada es de alrededor de $+2^{\circ}\text{C}$.

9. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el ave se enfría por refrigeración mecánica.

10. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el ave se enfría rápidamente por exposición a una temperatura de enfriamiento desde por debajo de -10°C a -45°C .

11. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el ave superficialmente congelado se expone a una temperatura constante de -15°C a -2°C durante suficiente tiempo para congelar solo una porción del agua de la carne de pechuga.

12. El uso según la reivindicación 11, en el que la temperatura se eleva linealmente desde la temperatura de enfriamiento hasta una temperatura de -15°C a -2°C .

13. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el gradiente de temperatura "reducido" entre el interior y la superficie de la carne de pechuga no es mayor de 10°C .

14. El uso según la reivindicación 13, en el que el gradiente de temperatura reducido no es mayor de 5°C .

15. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que la temperatura superficial de la carne de pechuga después de dicho enfriamiento rápido está entre -2°C y -20°C .

16. El uso según la reivindicación 15, en el que la temperatura superficial de la carne de pechuga después de dicho enfriamiento rápido es de alrededor de -14°C .

17. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, en el que la porción del contenido de agua de la carne de pechuga que está congelada es entre 5% y 60% en masa.

18. El uso según la reivindicación 17, en el que la porción del contenido de agua de la carne de pechuga que está congelada es alrededor del 10% en masa.

19. El uso según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que el ave ha sido matada usando aturdimiento con gas anóxico.

ES 2 284 918 T3

20. El uso según la reivindicación 19, en el que la mezcla de gas anóxico es una mezcla de por lo menos dos gases seleccionados de nitrógeno, argón y dióxido de carbono.

21. Un método de acelerar el ablandamiento de carne de ave que comprende:

enfriar rápidamente por lo menos la carne de pechuga de un ave sin deshuesar recién matada preparada, por exposición a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C para proporcionar una corteza congelada sobre la pechuga y un gradiente de temperatura a través de la carne de pechuga en el que la reducción de la temperatura interior de la carne de la pechuga no es mayor del 65% de la reducción de la temperatura superficial de la carne de pechuga; y

reducir la velocidad a la que se enfría la pechuga para reducir dicho gradiente de temperatura mientras se mantiene la temperatura superficial de la carne de pechuga por debajo de -2°C durante tiempo suficiente para congelar solo una porción del contenido de agua de la carne de pechuga, para acelerar el ablandamiento de la carne; y

exponer las aves ablandadas a una temperatura de equilibrado de $+4^{\circ}\text{C}$ a $+30^{\circ}\text{C}$ para producir aves equilibradas.

en el que el calor transferido desde las aves sin deshuesar recién matadas preparadas entrantes se usa para calentar y por lo menos parcialmente equilibrar las aves ablandadas.

22. Un aparato para procesar carne de ave según el método como se define en la reivindicación 21, comprendiendo dicho aparato:

una zona de enfriamiento en la que por lo menos la pechuga de aves sin deshuesar recién matadas preparadas se enfría rápidamente por exposición a una temperatura de enfriamiento de a lo sumo -10°C para proporcionar una corteza congelada sobre la pechuga y un gradiente de temperatura a través de la carne de pechuga en el que la reducción de la temperatura interior de la carne de pechuga no es mayor del 65% de la reducción de la temperatura superficial de la carne de pechuga;

una zona de enfriamiento adicional en la que las aves superficialmente congeladas se enfrían adicionalmente pero a una velocidad reducida, reduciendo por ello el gradiente de temperatura mientras se mantiene la temperatura superficial de la carne de pechuga por debajo de -2°C durante tiempo suficiente para congelar solo una porción del contenido de agua de la carne de pechuga y ablandando por ello la carne; y

una zona de equilibrado en la que las aves ablandadas se exponen a una temperatura de equilibrado de $+4^{\circ}\text{C}$ a $+30^{\circ}\text{C}$ para producir aves equilibradas;

en el que el aparato comprende adicionalmente medios para transferir calor de las aves sin deshuesar recién matadas preparadas entrantes a las aves ablandadas en la zona de equilibrado para calentar y por lo menos parcialmente equilibrar dichas aves ablandadas.

23. Un aparato según la reivindicación 22, que comprende adicionalmente:

una zona de pre-enfriamiento en comunicación por fluido de intercambio de calor con la zona de equilibrado en la que las aves sin deshuesar recién matadas preparadas se pre-enfrían por intercambio directo de calor con un fluido de intercambio de calor para producir fluido de intercambio de calor calentado; y

medios de propulsión para propulsar fluido de intercambio de calor calentado directamente sobre la superficie de aves ablandadas en la zona de equilibrado.

24. Un aparato según la reivindicación 23, en el que el fluido de intercambio de calor es aire.

25. Un aparato según la reivindicación 22, que comprende adicionalmente:

una zona de pre-enfriamiento térmicamente integrada con la zona de equilibrado en la que las aves sin deshuesar recién matadas preparadas se pre-enfrían por intercambio directo de calor con un primer fluido de intercambio de calor para producir un primer fluido de intercambio de calor calentado;

medios de intercambio de calor para transferir calor desde por lo menos una porción de dicho primer fluido de intercambio de calor calentado a un segundo fluido de intercambio de calor para producir fluido de intercambio de calor calentado;

medios de intercambio de calor adicionales en comunicación por fluido de intercambio de calor con la zona de equilibrado para transferir calor desde por lo menos una porción de dicho segundo fluido de intercambio de calor calentado a un tercer fluido de intercambio de calor para producir un tercer fluido de intercambio de calor calentado; y

ES 2 284 918 T3

medios de propulsión para propulsar el tercer fluido de intercambio de calor calentado directamente sobre la superficie de aves ablandadas en la zona de equilibrado.

5 26. Un aparato según la reivindicación 25, en el que el primer y tercer fluido de intercambio de calor son aire y el segundo fluido de intercambio de calor es salmuera o glicol.

27. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 23 a 26, en el que los medios de propulsión comprenden por lo menos un ventilador.

10 28. Un aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 22 a 27, que comprende adicionalmente una zona de retención en la que las aves ablandadas se mantienen con transferencia de calor cero o insignificante.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

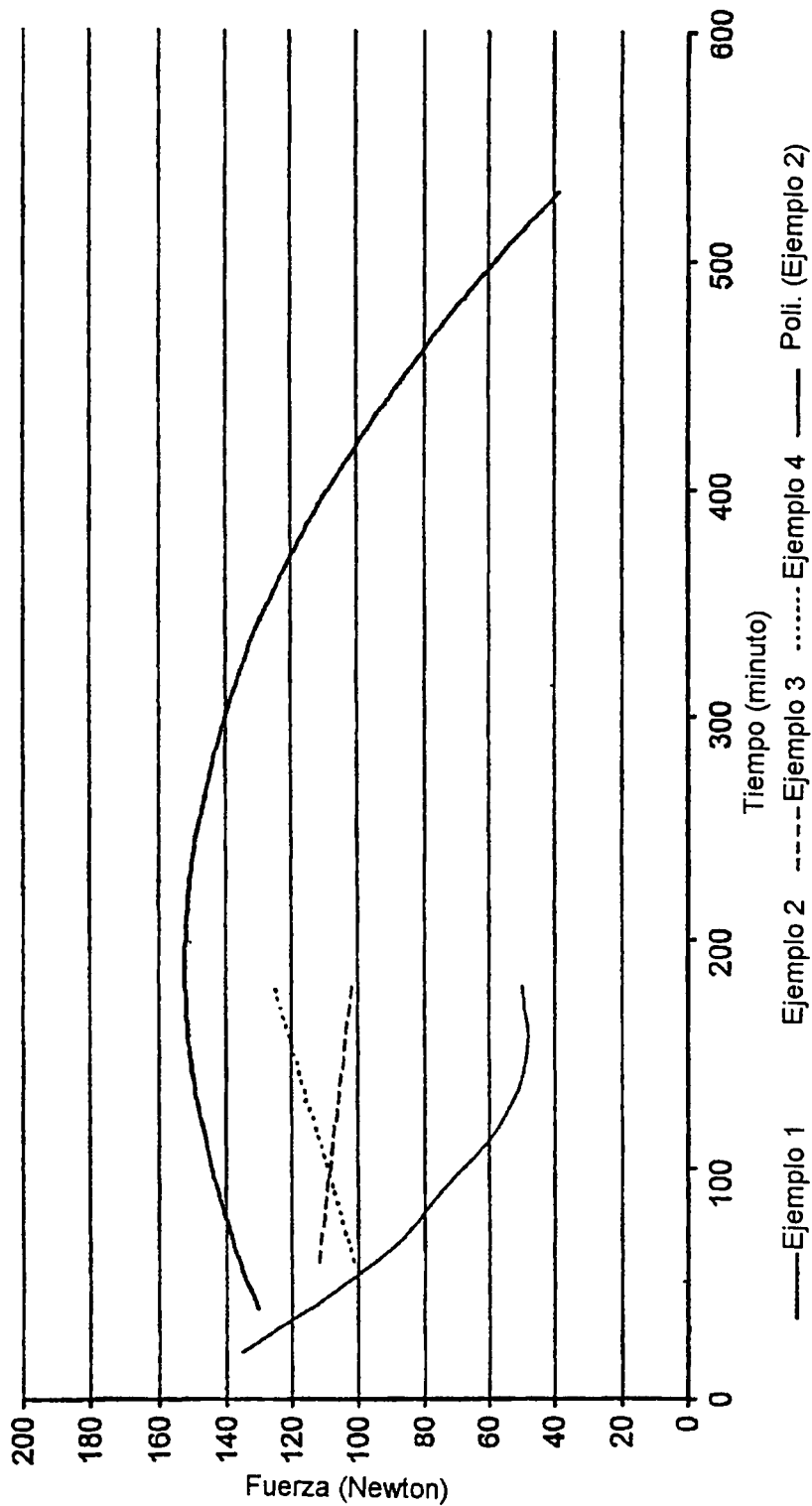
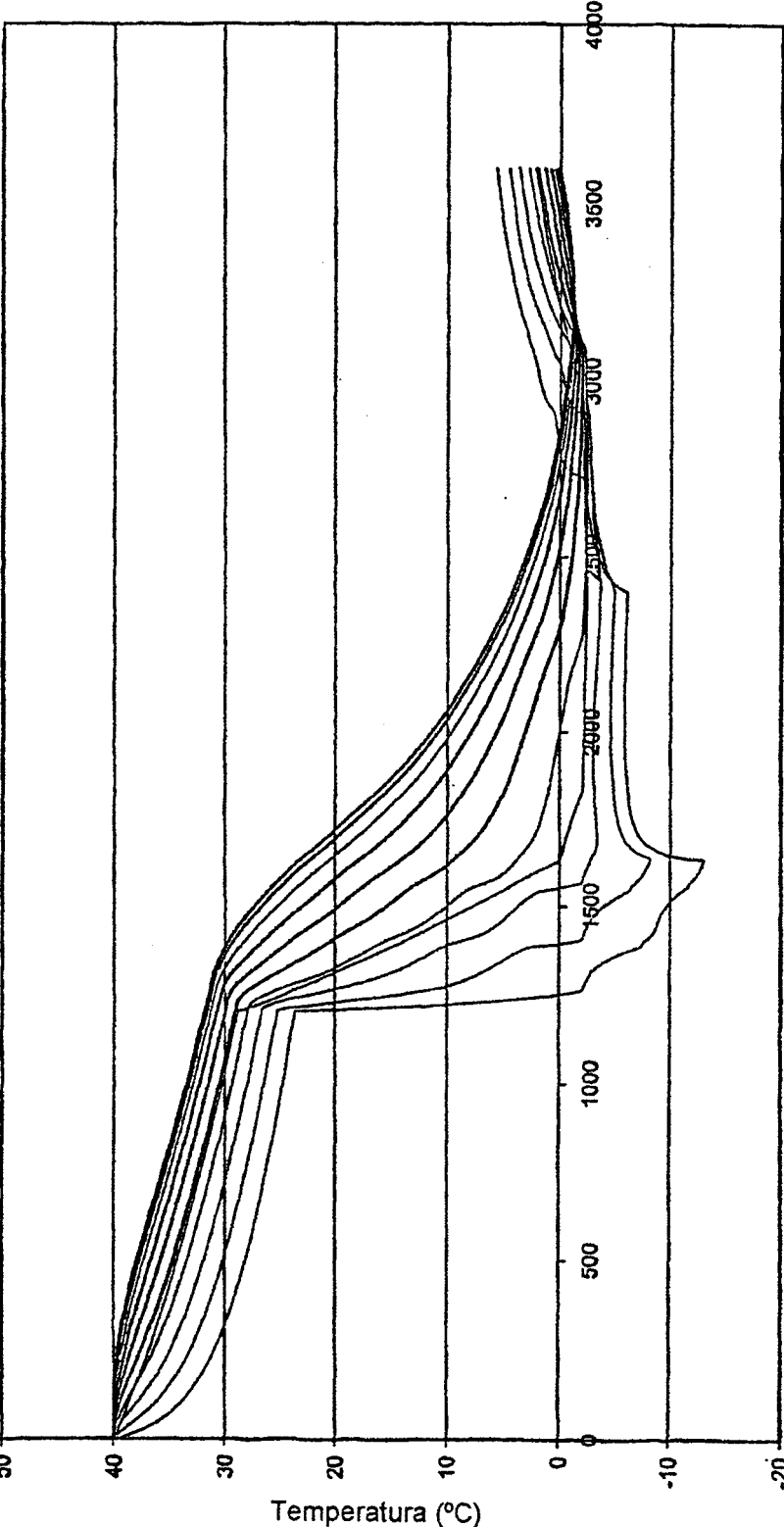


FIG. 1



Tiempo (segundos)

FIG. 2

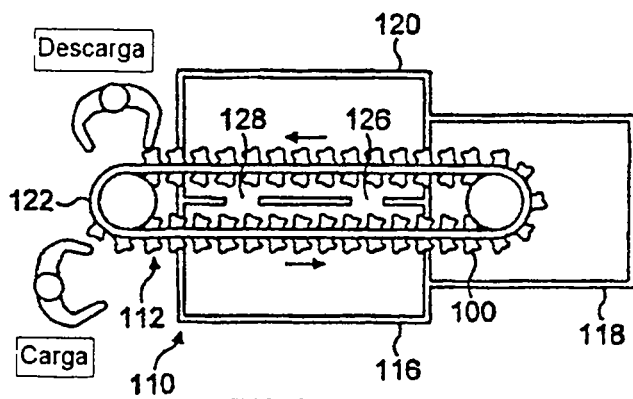


FIG. 5

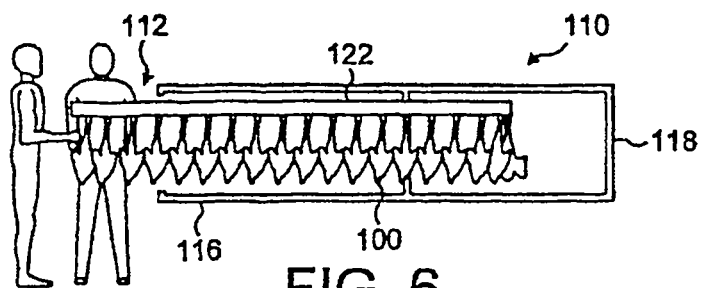


FIG. 6

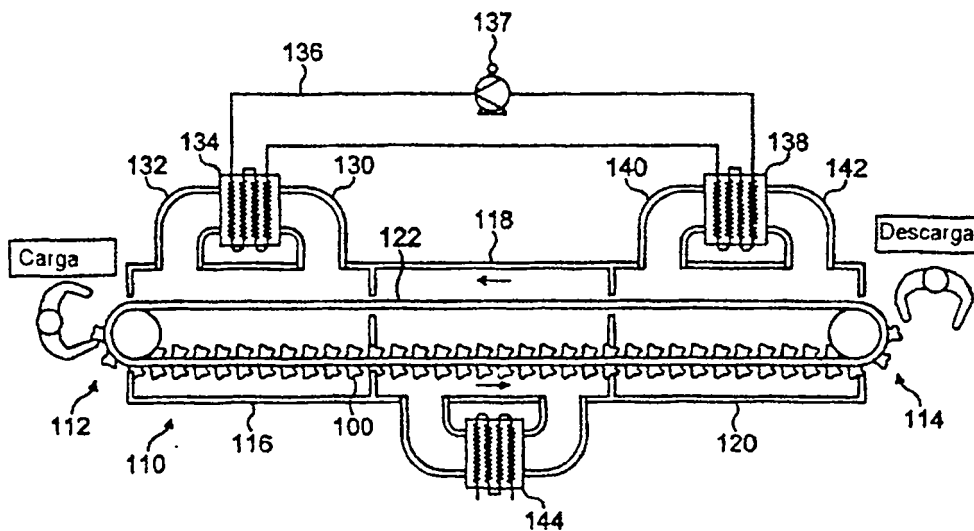


FIG. 7

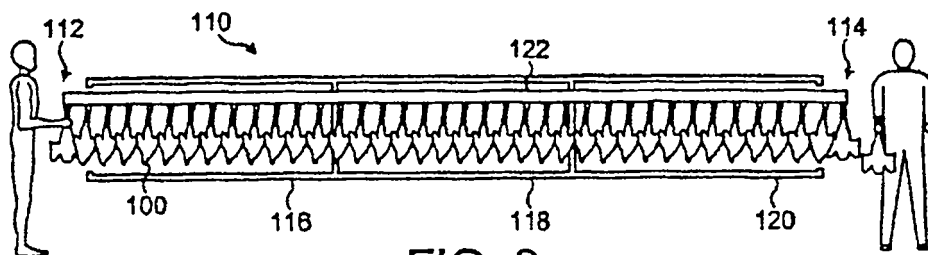


FIG. 8

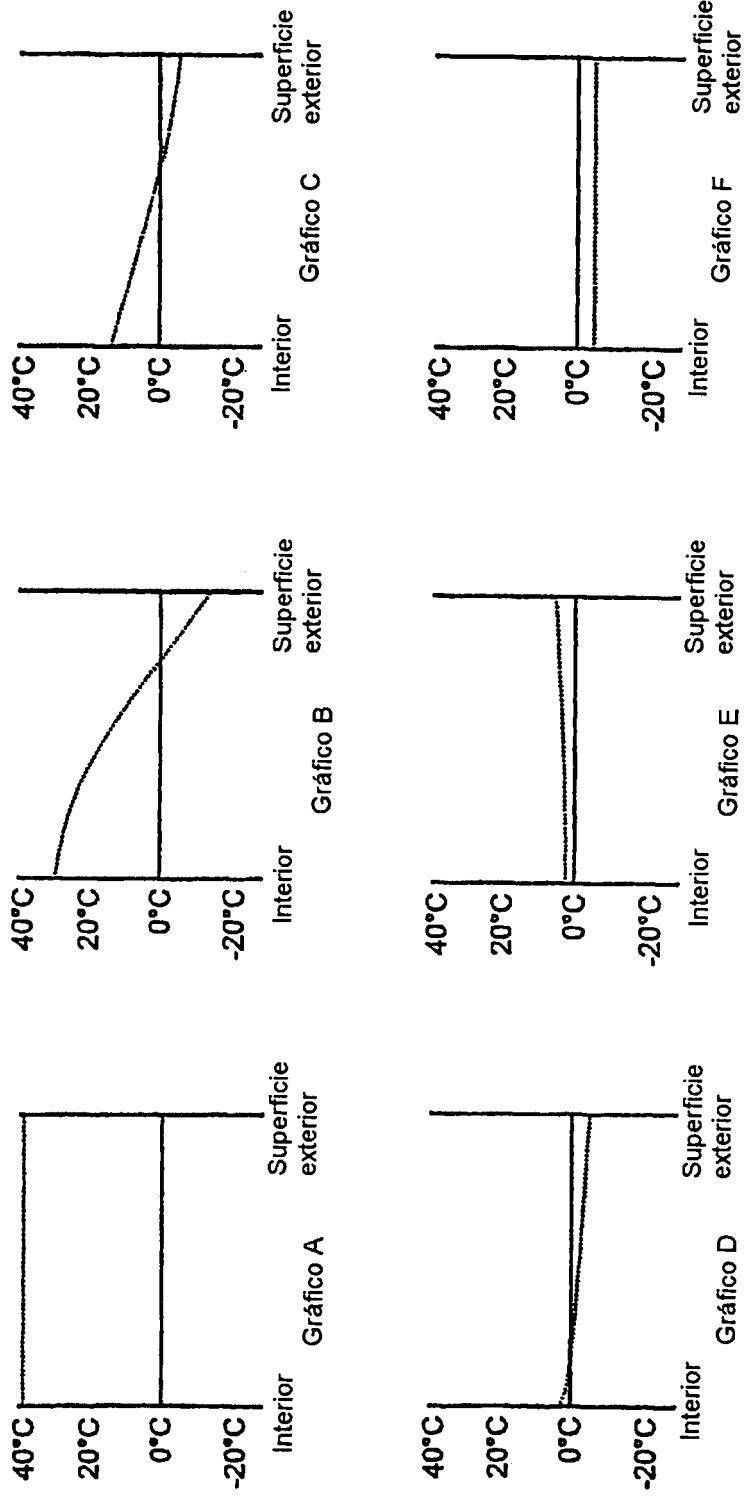


FIG. 9

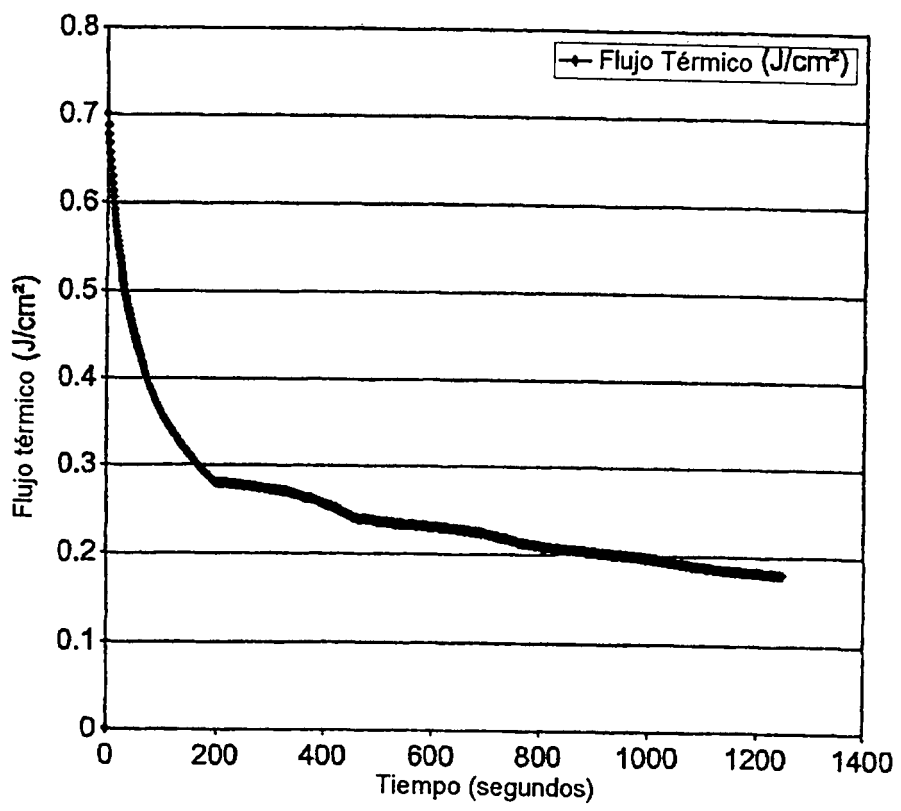


FIG. 10

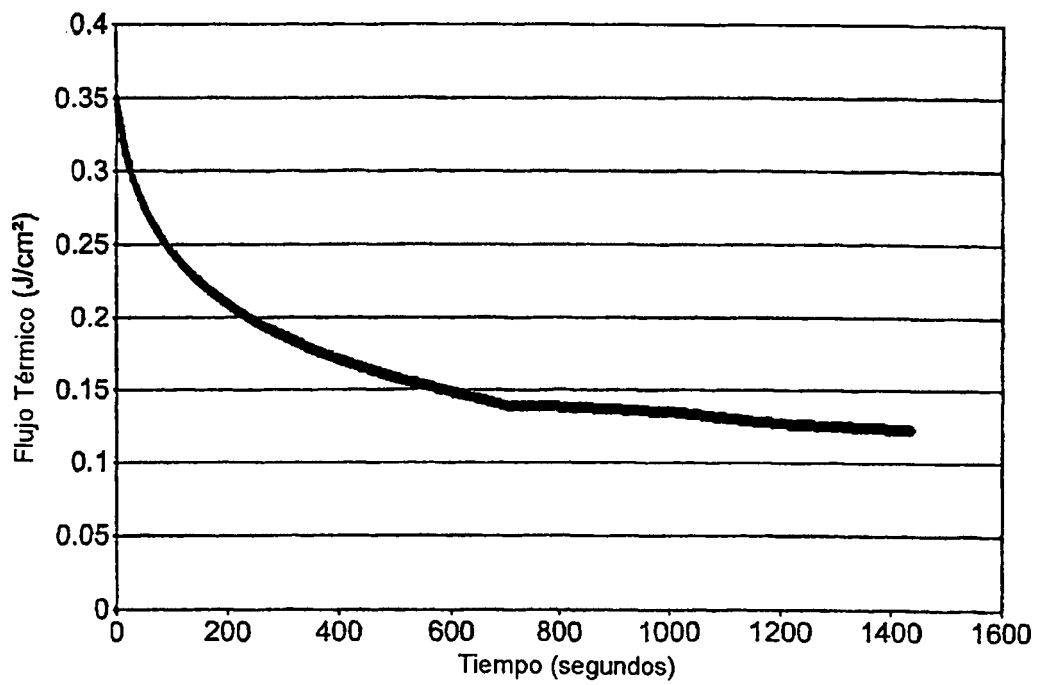


FIG. 11

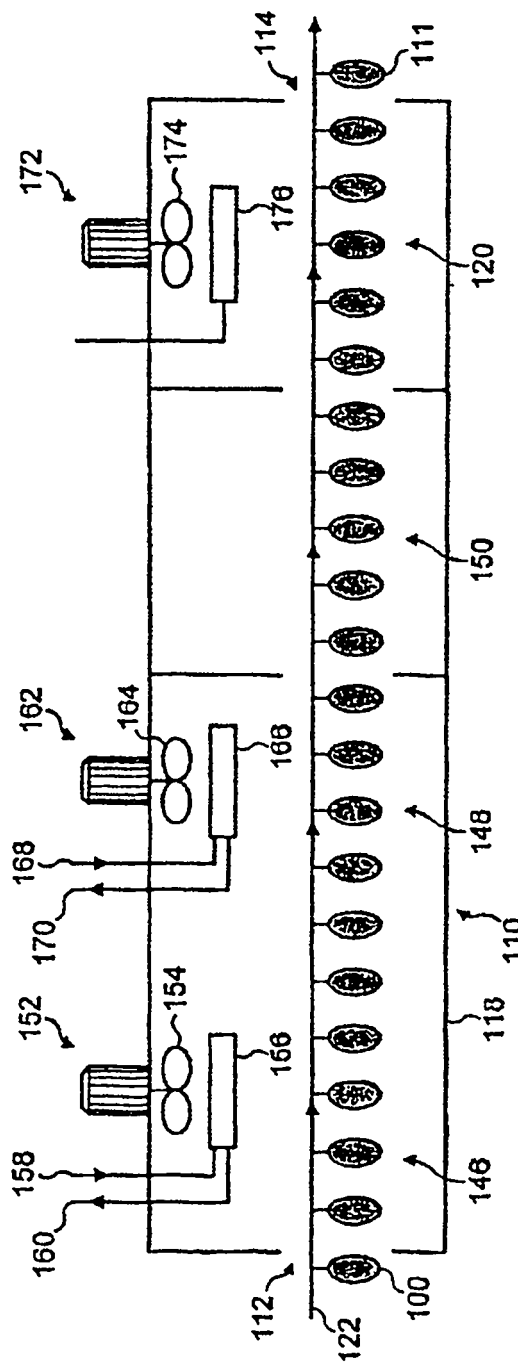


FIG. 12