

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 705 210**

51 Int. Cl.:

H05B 3/60 (2006.01)

A23B 5/01 (2006.01)

A23L 3/005 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.03.2013 PCT/NL2013/050202**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.09.2013 WO13141703**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.03.2013 E 13712609 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 2829156**

54 Título: **Proceso para calentar de forma rápida y homogénea un producto líquido y equipo para este tipo de proceso**

30 Prioridad:

20.03.2012 EP 12160363
20.03.2012 BR 0062631

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.03.2019

73 Titular/es:

STICHTING WAGENINGEN RESEARCH (100.0%)
Droevendaalsesteeg 4
6708 PB Wageningen, NL

72 Inventor/es:

TIMMERMANS, RIAN, ADRIANA, HENDRIKA;
DE MORAES, RICARDO, ERMIRIO;
MASTWIJK, HENDRIKUS, CORNELIS y
MATSER, ARIETTE, MARGARETHA

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 705 210 T3

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

DESCRIPCIÓN

Proceso para calentar de forma rápida y homogénea un producto líquido y equipo para este tipo de proceso

5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a un procedimiento para calentar rápida y homogéneamente un producto líquido a una temperatura de calentamiento mediante calentamiento resistivo y a un equipo adecuado para tal proceso.

10

Antecedentes de la invención

[0002] La pasteurización y esterilización de productos alimenticios líquidos tales como leche o zumos de frutas normalmente se lleva a cabo por procesos de calentamiento por convección, tales como procesos de cocción con retorta por lotes o procesos HTST (alta temperatura-corto tiempo) continuos.

15

[0003] Se ha propuesto el calentamiento de productos alimenticios mediante un tratamiento de campo eléctrico.

[0004] En la US 6,214,297 por ejemplo se describe un tratamiento de campo eléctrico pulsado (PEF) de productos alimenticios, donde un producto alimenticio en una cámara de tratamiento que forma parte de un circuito eléctrico está sujeto a pulsos bipolares de alto voltaje. El objetivo del tratamiento es inducir tensión y mortalidad en células biológicas. El circuito eléctrico usado en el proceso de la US 6,214,297 comprende un componente de acumulación de energía, típicamente un condensador, para almacenar energía eléctrica que se descargue de vez en cuando como un pulso eléctrico al producto alimenticio.

20

[0005] En la WO2011/139144 se describe un método y sistema para tratar un producto alimenticio sólido, donde el producto alimenticio está sujeto a un campo eléctrico pulsado para la interrupción de las células del producto alimenticio (denominada cocción eléctrica). Como en el proceso de la US 6,214,297, se usa un campo eléctrico pulsado. En el proceso de la WO2011/139144, se usa una intensidad del campo relativamente baja. Entre los pulsos, hay un tiempo de pausa, típicamente de 0,1 segundos.

25

[0006] En H.L.M. Lelieveld, Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food (2011) p. 575-578, se menciona el procesamiento de campo eléctrico pulsado de zumo de naranja para conseguir el mismo efecto que en la pasteurización térmica.

30

[0007] En la WO2009/111640 se describe un sistema y método para calentar eléctricamente un líquido, donde el líquido está sujeto a corriente alterna o a corriente continua pulsada a una alta frecuencia. En el método de la WO2009/111640 se genera una corriente eléctrica a través del líquido que se va a tratar que es suficiente para producir calentamiento resistivo del líquido y para romper al menos algunos enlaces moleculares de moléculas que definen el líquido. El método de la WO2009/111640 se usa para calentar y al mismo tiempo tratar agua de por ejemplo tubos calientes y piscinas. Se produce tanto calentamiento resistivo como electrólisis. El agua se calienta así simultáneamente y se trata por el oxígeno libre obtenido en la electrólisis del agua o por cloro libre obtenido en la electrólisis de sal añadida al agua.

35

[0008] En la US 5,863,580 se describe un método para calentamiento resistivo de huevo líquido, donde el producto se pasteuriza sin electrólisis sustancial. En el método de la US 5, 863,580, el material que se debe tratar tiene una resistencia eléctrica alta, es decir, al menos 100, pero preferiblemente más del 1000 ohmios, y así el método se acciona a niveles de corriente bajos. También, se usa corriente eléctrica de una baja frecuencia, es decir 400 Hz o menos, preferiblemente por debajo de 100 Hz.

40

[0009] Una desventaja del uso de bajas frecuencias es que estas conducirán a la degeneración de los electrodos y así a una intoxicación no deseada del producto líquido que se debe calentar. En el método de la US 5,863,580, se toman medidas especiales para bajar la densidad de corriente en el fluido cerca de los electrodos.

45

[0010] En la GB 297,669 se describe un equipo para calentar un producto líquido mediante calentamiento resistivo.

50

[0011] Aunque el concepto de calentamiento eléctrico de productos líquidos se ha mencionado en el estado de la técnica, un proceso para calentamiento eléctrico de productos líquidos no se ha puesto en práctica.

55

Resumen de la invención

[0012] Los presentes inventores han descubierto un equipo adecuado para la realización de un proceso nuevo para calentamiento resistivo muy rápido y homogéneo de un producto líquido en la práctica. El equipo comprende al menos dos cámaras de calentamiento en series. El proceso nuevo que puede llevarse a cabo en el equipo según la invención no usa un campo eléctrico pulsado, sino un campo eléctrico constante con reversión

60

65

continua de la dirección del campo eléctrico a alta frecuencia. El proceso puede idóneamente ser aplicado para calentamiento de productos líquidos, en particular para la pasteurización de productos alimenticios líquidos. El proceso se realiza de manera que no se produzca sustancialmente ninguna degeneración de electrodos y sustancialmente ninguna electrólisis, evitando así la contaminación no deseada. Además, el producto líquido calentado resultante tiene una calidad de producto en cuanto a apariencia, sabor, gusto y contenido nutricional que es sorprendentemente parecida a la calidad del producto antes del calentamiento.

[0013] Por consiguiente, la invención se refiere a un equipo para calentar rápida y homogéneamente un producto líquido a una temperatura de calentamiento mediante calentamiento resistivo, el equipo comprende al menos dos cámaras de calentamiento, verticalmente montadas, longitudinales, que están dispuestas en series en una disposición vertical, cada cámara con un extremo inferior y un extremo superior y una entrada para líquido a un extremo y una salida para líquido en el otro lado, donde cada cámara de calentamiento define un trayectoria de flujo longitudinal para líquido entre su entrada y su salida y la disposición de al menos dos cámaras de calentamiento en series define un trayectoria de flujo líquido vertical a través de al menos dos cámaras de calentamiento, donde cada cámara de calentamiento dispone de un primer electrodo a su extremo inferior y un segundo electrodo a su extremo superior y el primer y segundo electrodo de cada cámara se separan por un aislante eléctrico, y el segundo electrodo de una cámara precedente es el primer electrodo de la cámara siguiente en serie y juntos forman un electrodo de conexión, donde los electrodos están dispuestos de manera que el líquido que fluye a través del trayectoria de flujo líquido vertical a través de al menos dos cámaras de calentamiento durante la operación normal del equipo, está en contacto con el primer y con el segundo electrodo de cada cámara de calentamiento, donde el primer electrodo de la cámara de calentamiento más baja de la disposición vertical y el segundo electrodo de la cámara de calentamiento superior de la disposición vertical están conectadas a tierra eléctricamente, donde cada uno electrodo de conexión está eléctricamente conectado a una fuente de energía (DC) de corriente continua para aplicar una carga eléctrica a cada electrodo de conexión, donde la conexión a la fuente de energía DC es en tal configuración que la polaridad de la carga eléctrica de cada electrodo de conexión puede ser continuamente invertida a una frecuencia de al menos 500 Hz y la carga eléctrica de electrodos de conexión adyacente es opuesta.

[0014] El equipo es adecuado para realizar un proceso nuevo para calentamiento eléctrico de un producto líquido sin las desventajas de procesos de calentamiento eléctricos del estado de la técnica.

[0015] Por consiguiente, la invención se refiere además a un proceso para calentar rápida y homogéneamente un producto líquido a una temperatura de calentamiento mediante calentamiento resistivo en un equipo como se ha definido precedente, que comprende

- (a) suministrar continuamente el producto líquido a la entrada de la primera cámara de calentamiento en series y fluir el producto líquido continuamente a través del trayectoria de flujo líquido vertical a través de al menos dos cámaras de calentamiento de manera que el producto líquido está en contacto con el primer y el segundo electrodo de cada cámara de calentamiento;
- (b) continuamente generar una corriente eléctrica a través del producto líquido que fluye a través de las cámaras de calentamiento, aplicando un potencial eléctrico sobre el primer y segundo electrodo de cada cámara de calentamiento, donde la dirección de la corriente continuamente se alterna con una frecuencia de al menos 500 Hz, para obtener un producto líquido calentado; y
- (c) evacuación continua un producto líquido calentado de la última cámara de calentamiento en series vía su salida,

donde el producto líquido tiene una conductividad eléctrica de al menos 0,03 S/m.

[0016] El proceso según la invención es particularmente adecuado para la pasteurización de productos alimenticios líquidos tales como zumos de frutas, productos lácteos, sopas, salsas y puré de tomate. Se ha descubierto que aplicando el proceso según la invención, se obtiene un producto alimenticio líquido con un vida útil extenso y calidad mejorada en cuanto a sabor, gusto, color y contenido nutricional en comparación con un producto pasteurizado mediante métodos de pasteurización conocidos incluyendo procesos HTST.

[0017] Una ventaja importante del proceso según la invención es que el calentamiento es muy rápido y muy homogéneo. Así, debido a que el calentamiento es homogéneo, se necesita una temperatura de calentamiento inferior para conseguir el mismo efecto en cuanto a reducción de microorganismos. Además, no se necesita ningún tiempo de retención para nivelar las diferencias de temperatura, como es el caso en los procesos de calentamiento conocidos.

Resumen de los dibujos

[0018] En la figura 1 se muestra un diagrama del potencial eléctrico aplicado sobre una cámara de calentamiento en función del tiempo.

[0019] En la figura 2, se muestra una sección longitudinal de una disposición vertical de tres cámaras de calentamiento verticalmente montadas en series como se ha aplicado en una forma de realización preferida del equipo y proceso según la invención.

5 Descripción detallada de la invención

[0020] El equipo según la invención comprende al menos dos cámaras de calentamiento verticalmente montadas, longitudinales que están dispuestas en series en una disposición vertical. Cada cámara tiene un extremo inferior y un extremo superior y tiene una entrada de líquido a un extremo y una salida de líquido en el otro, es decir el extremo opuesto. Cada cámara de calentamiento define un trayectoria de flujo longitudinal para líquido entre su entrada y su salida. La disposición de al menos dos cámaras de calentamiento en serie define un trayectoria de flujo líquido vertical a través de al menos dos cámaras de calentamiento. La entrada de cada cámara de calentamiento puede estar en su extremo inferior o en su extremo superior, preferiblemente en su extremo inferior.

[0021] Cada cámara de calentamiento dispone de un primer electrodo en su extremo inferior y un segundo electrodo a su extremo superior. El primer y segundo electrodo de cada cámara se separan por un aislante eléctrico. El segundo electrodo de una cámara precedente es el primer electrodo de la cámara siguiente en serie. Así, entre dos cámaras de calentamiento adyacentes hay un electrodo de conexión que es al mismo tiempo el segundo electrodo de la cámara precedente y el primer electrodo de la cámara siguiente en series. En caso de tres cámaras de calentamiento en serie, la disposición tiene dos electrodos de conexión, es decir, entre la primera y la segunda y entre la segunda y la tercera cámara de calentamiento.

[0022] Los electrodos están dispuestos de manera que si, durante la operación normal del equipo, se suministra líquido a la disposición vertical y fluye a través del trayectoria de flujo líquido vertical a través de al menos dos cámaras de calentamiento, tal líquido está en contacto con el primer y con el segundo electrodo de cada cámara de calentamiento.

[0023] El primer electrodo de la cámara de calentamiento mínimo de la disposición vertical y el segundo electrodo de la cámara de calentamiento superior de la disposición vertical, es decir, los electrodos en el extremo inferior y en el extremo superior de la disposición vertical están conectados a tierra. Cada electrodo de conexión, es decir, cada electrodo entre dos cámaras adyacentes está eléctricamente conectado a una fuente de energía (DC) de corriente continua para aplicar una carga eléctrica a cada electrodo de conexión. La conexión a la fuente de energía DC es en tal configuración que la polaridad de la carga eléctrica de cada electrodo de conexión puede ser continuamente invertida a una frecuencia de al menos 500 Hz, preferiblemente al menos 1 kHz, más preferiblemente al menos 2 kHz, aún más preferiblemente al menos 10 kHz. En caso de más de uno electrodos de conexión, la configuración es de manera que la carga eléctrica de electrodos de conexión adyacentes sea opuesta, es decir si un electrodo tiene una carga negativa, el adyacente tiene una carga positiva.

[0024] Preferiblemente, la fuente de energía DC se conecta al electrodo(s) de interconexión en una configuración de puente en H o una configuración de semi-puente. En caso de un equipo con dos cámaras de calentamiento, la fuente de energía DC está preferiblemente conectada al electrodo de conexión en una configuración de semi-puente. En caso de al menos tres cámaras de calentamiento, la fuente de energía DC está preferiblemente conectada a los electrodos de interconexión en una configuración de puente en H.

[0025] Más preferiblemente, el equipo tiene al menos tres, aún más preferiblemente tres cámaras de calentamiento verticalmente montadas, longitudinales y cada electrodo entre dos cámaras de calentamiento adyacentes se conecta a la fuente de energía DC en la configuración de puente en H. Una configuración de puente en H es una vía muy eficaz de energía de polaridad alternante. Una configuración de puente en H preferiblemente se proporciona por medio de un puente en H completo conectado a una fuente de energía DC única. Alternativamente, la configuración de puente en H puede estar provista mediante dos semi-puentes, cada uno conectado a una fuente de energía DC separada.

[0026] En este documento, una cámara de calentamiento longitudinal hace referencia a una cámara de calentamiento con una longitud que es mayor que su diámetro. En este documento, la longitud de la cámara de calentamiento hace referencia a la distancia entre el primer y el segundo electrodo de la cámara de calentamiento. En este documento, el diámetro de la cámara de calentamiento se refiere a su diámetro más grande. Preferiblemente, cada cámara de calentamiento tiene una proporción longitud a diámetro de al menos 1.3, más preferiblemente al menos 1.5, aún más preferiblemente en el rango de 2,0 a 5.0,

[0027] Las cámaras de calentamiento pueden tener cualquier forma adecuada. Preferiblemente, las cámaras de calentamiento son cámaras de calentamiento cilíndricas. Preferiblemente, cada cámara de calentamiento tiene la misma forma y/o tamaño. En particular, la distancia entre el primer y el segundo electrodo de cada cámara de calentamiento y el área en corte transversal de la trayectoria de flujo definida por cada cámara de calentamiento es sustancialmente la misma. En este documento, sustancialmente la misma se refiere a distancias o áreas en corte transversal que se desvían menos del 10%, preferiblemente menos del 5%, más preferiblemente menos del

2% entre sí. Las dimensiones de las cámaras de calentamiento son preferiblemente de manera que, durante la operación normal del equipo, el producto líquido fluye en el flujo pistón a través de las cámaras de calentamiento. La cámara de calentamiento puede tener cualquier diámetro adecuado. Preferiblemente, el diámetro está en el rango de 5 a 500 mm, más preferiblemente de 10 a 200 mm, aún más preferiblemente 20 a 100 mm. La longitud está preferiblemente en el rango de 10 a 1,000 mm, más preferiblemente de 20 a 500 mm.

[0028] Preferiblemente, la proporción de la distancia entre el primer y el segundo electrodo de cada cámara de calentamiento y el área en corte transversal del camino de flujo definido por cada cámara de calentamiento está en el rango de 5 a 500 m⁻¹, más preferiblemente de 25 a 100 m⁻¹.

[0029] Preferiblemente, el equipo comprende además un refrigerador para enfriar producto de líquido que, durante la operación normal, de evacúa de la salida de la última cámara de calentamiento en serie. Preferiblemente, tal refrigerador es un refrigerador de intercambio térmico indirecto. Tal refrigerador adecuadamente comprende uno o más tubos de intercambio térmico que incluyen una entrada y una salida, donde la entrada de uno o más tubos está en comunicación de fluido con la salida de la última cámara de calentamiento. El refrigerador puede comprender un único tubo o una pluralidad de tubos paralelos. Los refrigeradores de intercambiador térmico tubular son bien conocidos en la técnica. El equipo puede comprender cualquier refrigerador de intercambiador térmico tubular adecuado conocido en la técnica.

[0030] Preferiblemente, el equipo comprende además un precalentador para precalentamiento de un producto líquido antes de suministrar tal producto a la entrada de la primera cámara de calentamiento mediante intercambio térmico indirecto. El precalentador comprende adecuadamente uno o más tubos de calentamiento, el uno o más tubos incluyen una entrada y una salida, donde la salida de uno o más tubos está en comunicación de fluido con la entrada de la primera cámara de calentamiento. El precalentador puede comprender un único tubo o una pluralidad de tubos paralelos. Los calentadores de intercambiador térmico tubular son bien conocidos en la técnica. El equipo puede comprender cualquier calentador de intercambiador térmico tubular adecuado conocido en la técnica.

[0031] En el proceso según la invención, un producto líquido con una conductividad eléctrica de al menos 0,03 S/m se calienta de forma rápida y homogénea a una temperatura de calentamiento mediante calentamiento resistivo en un equipo como se ha definido anteriormente. El proceso comprende:

- a) suministrar continuamente el producto líquido a la entrada de la primera cámara de calentamiento en series y fluye el producto líquido continuamente a través del trayectoria de flujo líquido vertical a través de al menos dos cámaras de calentamiento de manera que el producto líquido está en contacto con el primer y con el segundo electrodo de cada cámara de calentamiento;
- (b) generar continuamente una corriente eléctrica a través del producto líquido que fluye a través de las cámaras de calentamiento aplicando continuamente un potencial eléctrico sobre los electrodos de cada cámara de calentamiento, donde la dirección de la corriente continuamente se alterna con una frecuencia de al menos 500 Hz, para obtener un producto líquido calentado; y
- (c) evacuación continua el producto líquido calentado de la última cámara de calentamiento en series vía su salida.

[0032] El producto líquido puede fluir aguas arriba o aguas abajo a través de las cámaras de calentamiento. Preferiblemente, para evitar o minimizar la aparición de burbujas de gas, el producto líquido fluye aguas abajo.

[0033] En el proceso según la invención, se aplica un potencial eléctrico continuo sobre los electrodos de cada cámara de calentamiento y el producto líquido tiene una conductividad eléctrica de al menos 0,03 S/m. Así, una corriente eléctrica continua se genera a través del producto líquido que fluye en cada cámara de calentamiento entre el primer y el segundo electrodo.

[0034] Para minimizar la degeneración de los electrodos, la dirección de la corriente continuamente se alterna con una frecuencia en el rango de al menos 500 Hz, preferiblemente al menos 1 kHz, más preferiblemente al menos 2 kHz, aún más preferiblemente al menos 10 kHz. Tal alternancia de la corriente se hace por la inversión continua de la carga eléctrica aplicada a cada electrodo de conexión y con ello invirtiendo el potencial eléctrico sobre los electrodos de cada cámara de calentamiento. La inversión del potencial y con ello de la corriente, puede realizarse por cualquiera de los medios adecuados conocidos en la técnica. Preferiblemente, el potencial se invierte mediante un puente en H de configuración de semi-puente del circuito eléctrico formado por la fuente de energía DC, los electrodos a los que la fuente se conecta y el producto de líquido conductor en contacto con los electrodos. Preferiblemente, la frecuencia a la que se alterna la dirección de la corriente es a lo sumo 200 kHz, más preferiblemente a lo sumo 100 kHz.

[0035] En el proceso según la invención, una corriente eléctrica continua se genera aplicando un potencial eléctrico continuo sobre los electrodos de cada cámara de calentamiento. Esto de ser contrastado con la aplicación de corriente pulsada donde se aplica un tiempo de pausa entre pulsos de corriente. Una ventaja de aplicación de una corriente eléctrica continua en vez de una corriente pulsada es que no se necesita ningún condensador u otro elemento de acumulación de energía.

[0036] En el proceso según la invención, la dirección del potencial eléctrico y con ello de la corriente, continuamente se alterna, preferiblemente, sin cambiar la fuerza del campo eléctrico. Así, la polaridad preferiblemente se invierte sin cambiar la fuerza del potencial eléctrico aplicado. La forma de un diagrama que muestra el potencial eléctrico aplicado sobre el primer y segundo electrodo de cada cámara de calentamiento en función del tiempo, así preferiblemente es una onda en bloque como se muestra en la figura 1 (forma de bloque). Esto se debe contrastar con la forma sinusoidal de la corriente alterna que normalmente se suministra por sistemas de potencia de red. La polaridad es preferiblemente invertida dentro de 10 milisegundos, más preferiblemente dentro de un milisegundo.

[0037] El proceso según la invención preferiblemente se realiza de tal forma que el producto líquido se calienta en las cámaras de calentamiento mediante calentamiento resistivo (calentamiento óhmico) sin producirse sustancialmente ninguna electrólisis de moléculas que definen el producto líquido. En este documento, no se produce sustancialmente electrólisis de moléculas que definen el producto líquido se refiere a menos del 0,1%, preferiblemente menos del 0,05%, más preferiblemente menos del 0,01% de los enlaces moleculares de moléculas que definen el producto líquido descompuestos por electrólisis.

[0038] En el procedimiento según la invención, un producto líquido se calienta mediante calentamiento resistivo. Para permitir que se produzca un calentamiento resistivo sin electrólisis sustancial de las moléculas del producto líquido, el producto líquido tiene una conductividad eléctrica de al menos 0,03 S/m, preferiblemente al menos 0,05 S/m, más preferiblemente al menos 0,1 S/m.

[0039] Se apreciará que para una corriente deseada a través del líquido (deseado para efectuar el calentamiento resistivo sin que se produzca una electrólisis sustancial), el potencial eléctrico que se aplica sobre los electrodos entre otras cosas dependerá de la conductividad del producto líquido que se caliente y la longitud y área en corte transversal de las cámaras de calentamiento. Cualquier potencial eléctrico adecuado se puede usar. Preferiblemente, el potencial eléctrico estará en el rango de 500 a 10.000 voltios, más preferiblemente de 1.000 a 5.000 voltios.

[0040] Si se da el potencial eléctrico, las dimensiones de la cámara de calentamiento se elegirán de tal manera que, dada la conductividad del producto que se caliente, se producirá calentamiento resistivo.

[0041] Preferiblemente, la proporción entre longitud y área en corte transversal de la cámara de calentamiento está en el rango de 5 a 500 m⁻¹, más preferiblemente de 25 a 100 m⁻¹.

[0042] Preferiblemente, el potencial eléctrico aplicado sobre los electrodos de cada cámara de calentamiento y las dimensiones de la cámara de calentamiento se eligen de manera que la fuerza de campo eléctrico sobre la cada cámara de calentamiento está en el rango de 0,1 a 20 KV/cm, más preferiblemente de 0,5 a 10 KV/cm, aún más preferiblemente de 1 a 5 KV/cm.

[0043] Sorprendentemente, se ha descubierto que el proceso según la invención es capaz de calentar de forma muy rápida y muy homogénea un producto líquido que fluye continuamente. El calentamiento es tan rápido que incluso a tiempos de estancia bajos e índices de flujo de líquido relativamente altos, se consigue la temperatura de calentamiento deseada. Preferiblemente, el periodo de permanencia del producto líquido en las cámaras de calentamiento (totales) es a lo sumo 1 segundo, más preferiblemente a lo sumo 0,5 segundos, aún más preferiblemente a lo sumo 0,3 segundos, todavía más preferiblemente a lo sumo 0,1 segundos, todavía más preferiblemente a lo sumo 0,01 segundos. Preferiblemente, el caudal del producto líquido es al menos 10 litros por hora, más preferiblemente al menos 50 litros por hora, aún más preferiblemente al menos 100 litros por hora. Los caudales son preferiblemente hasta 50.000 litros por hora.

[0044] Se ha descubierto que montando verticalmente las cámaras de calentamiento, el calentamiento es sustancialmente más homogéneo que con cámaras de calentamiento horizontalmente montadas.

[0045] La homogeneidad del calentamiento normalmente se expresa como la desviación en la temperatura con respecto a la temperatura media en la salida de una zona de calentamiento. En un proceso de pasteurización de calefacción convencional con una temperatura de calentamiento media de aproximadamente 75 °C, la temperatura local de un producto calentado en cualquier ubicación en la salida de un tubo de calentamiento se puede desviar tanto como 20 °C de la temperatura media (denominados puntos fríos o calientes). Tales desviaciones se deben a diferencias en la velocidad de la corriente del líquido a través de los tubos de calentamiento y a la lentitud inherente de calentamiento por convección. En vistas de la aparición de puntos fríos en procesos convencionales, se necesita una temperatura de salida media más alta (temperatura establecida) de la que se necesitaría sin puntos fríos. También, en los procesos de calentamiento por convección, una zona de retención se aplica típicamente aguas abajo de una zona de calentamiento, para equilibrar diferencias de temperatura y asegurar que la pasteurización requerida de temperatura de esterilización se consigue en todo el producto durante un periodo de tiempo suficientemente largo, antes de enfriar el producto.

[0046] En el proceso según la invención, la desviación de la temperatura media en cualquier punto en el producto líquido en la salida de la última cámara de calentamiento en serie es típicamente menor de 3 °C, normalmente incluso menor de 1 °C. Por lo tanto, se puede usar una temperatura establecida inferior y no se necesita ninguna retención del producto en un tubo de retención o zona aguas abajo de las cámaras de calentamiento. Preferiblemente, el producto líquido se enfría inmediatamente después de ser evacuado de la última cámara de calentamiento.

[0047] El enfriamiento del producto evacuado de la última cámara de calentamiento se puede realizar por cualquiera de los medios adecuados conocidos en la técnica, por ejemplo mediante enfriamiento indirecto tal como intercambio térmico por convección o por medios de enfriamiento directos tal como expansión del producto. Preferiblemente, se usa enfriamiento indirecto. El producto se puede enfriar a cualquier temperatura deseada para otro tratamiento o envasado. Preferiblemente, el producto líquido se enfría a una temperatura por debajo de 50 °C, más preferiblemente por debajo de 25 °C.

[0048] Una ventaja importante del proceso según la invención es que el producto se puede calentar para una pasteurización inferior o temperatura de esterilización para conseguir el mismo efecto en cuanto a matar microorganismos en comparación con procesos de calentamiento por convección convencionales. Ya que el calentamiento es tan homogéneo, no se necesita construir ningún margen de seguridad o ninguno inferior para la temperatura de calentamiento. Calentando a una temperatura inferior, se mejora la calidad de producto, ya que se producirá una degradación menos química de compuestos que afectarán al sabor, gusto, color y contenido nutricional.

[0049] Ya que el calentamiento en el proceso según la invención es muy rápido y muy homogéneo, se puede conseguir un producto con una buena calidad en combinación con un vida útil que se aumenta en comparación con un producto no tratado. Por lo tanto, el proceso según la invención es particularmente adecuado para el calentamiento de productos alimenticios líquidos. En este documento, un producto líquido hace referencia a un producto con una viscosidad de manera que el producto es bombeable a través de la cámara de calentamiento. Tal producto líquido puede comprender partículas sólidas en una fase continua líquida. Preferiblemente, el producto líquido es un producto que tiene una viscosidad de a lo sumo 0,3 Pa.s a 20 °C, más preferiblemente a lo sumo 0,005 Pa.s a 20 °C. Los ejemplos de productos alimenticios líquidos adecuados incluyen, pero de forma no limitativa, zumos de frutas, productos lácteos líquidos, sopas, salsas y puré de tomate.

[0050] El proceso puede ser un proceso para termalización, pasteurización o esterilización de un producto alimenticio líquido. Preferiblemente, el proceso es un proceso para la pasteurización de un producto alimenticio líquido. El producto alimenticio líquido se puede calentar a cualquier temperatura de calentamiento adecuada, preferiblemente a una temperatura de pasteurización en el rango de 60 a 90, más preferiblemente en el rango de 70 a 85 °C.

[0051] El proceso según la invención se puede realizar a cualquier presión adecuada. Preferiblemente, el producto líquido que fluye a través de las cámaras de calentamiento está a una presión de a lo sumo 100 bares (absoluta), más preferiblemente a lo sumo 50 bares (absoluta), aún más preferiblemente a una presión en el rango de 1 a 10 bares (absoluta).

[0052] Se prefiere precalentar el producto líquido antes de suministrar el producto líquido a la entrada de la primera cámara de calentamiento. Preferiblemente, el producto líquido se precalienta a una temperatura en el rango de 30 a 50 °C. Adecuadamente, el producto líquido se precalienta mediante calentamiento por convección, por ejemplo, en un intercambiador térmico tubular con una salida que está en comunicación de fluido con la entrada de la primera cámara de calentamiento. El precalentamiento mediante intercambio térmico por convección reduce los costes del proceso, ya que el calentamiento por convección es menos costoso que calentamiento eléctrico. Para precalentar hasta temperaturas de aproximadamente 50 °C, no hay necesidad de usar un calentamiento muy rápido y homogéneo, ya que la degradación química no se produce o difícilmente lo hace por debajo de 50 °C.

[0053] Quedará claro que el proceso según la invención solo se puede accionar con la trayectoria de flujo vertical a través de al menos dos cámaras de calentamiento llenas de líquido. Para evitar la contaminación de cualquier tubo aguas abajo de las cámaras de calentamiento, se prefiere iniciar el proceso según la invención llenando las cámaras de calentamiento y cualquier trayectoria de flujo líquido aguas arriba y aguas abajo de las cámaras de calentamiento con un líquido estéril que tiene sustancialmente la misma conductividad y preferiblemente también sustancialmente el mismo pH que el producto líquido que se va a calentar. Por lo tanto, el proceso preferiblemente comprende además una fase de puesta en marcha antes de realizar los pasos (a) a (c), la fase de puesta en marcha comprende llenar las cámaras de calentamiento y cualquier trayectoria de flujo líquido aguas arriba y aguas abajo de las cámaras de calentamiento con un líquido estéril que tiene sustancialmente la misma conductividad que el producto líquido. En este documento, sustancialmente la misma conductividad hace referencia a una conductividad que se desvía como mucho 0,01 S/m o a lo sumo 10%, la que sea mayor, de la conductividad del producto líquido que se calienta. Más preferiblemente, el líquido estéril tiene sustancialmente la misma conductividad y sustancialmente el mismo valor de pH que el valor de pH del producto líquido. En este

documento, sustancialmente el mismo valor de pH hace referencia a un valor de pH que se desvía a lo sumo 1,0, preferiblemente a lo sumo 0,5, más preferiblemente a lo sumo 0,2 del valor de pH del producto líquido que se caliente. En este documento, con un líquido estéril se hace referencia a un líquido que tiene menos microorganismos patogénicos por volumen que el producto líquido después de haber sido tratado por el proceso según la invención. El líquido estéril puede por ejemplo ser un producto líquido termotratado o una solución salina termotratada, preferiblemente, una solución salina termotratada. Preferiblemente, el líquido se termotrata por intercambio térmico convencional. Una vez la cámara de calentamiento y cualquier otra trayectoria de flujo líquido esté llena de líquido estéril, el proceso comienza generando una corriente eléctrica como se ha descrito anteriormente a través del líquido estéril. El líquido estéril luego se sustituye por el producto líquido suministrando continuamente producto líquido a la entrada de la primera cámara de calentamiento en serie.

Descripción detallada de los dibujos

[0054] En la figura 1, se muestra un diagrama del potencial eléctrico aplicado sobre el primer y el segundo electrodo de una única cámara de calentamiento en función del tiempo. La figura muestra que el diagrama tiene la forma de una onda rectangular.

[0055] En la figura 2, se muestra esquemáticamente una sección longitudinal de una disposición de tres cámaras de calentamiento en serie aplicadas en una forma de realización preferida del equipo y proceso según la invención. En la figura 2, se muestra una disposición 1 que comprende tres cámaras de calentamiento 10, 20 y 30 en serie. Durante la operación normal de la disposición 1, la disposición 1 se monta verticalmente. La primera cámara de calentamiento 10 en serie tiene una entrada 11 para líquido a su extremo inferior y una salida 12 para líquido en su extremo superior. La cámara de calentamiento 10 tiene un primer electrodo 13 a su extremo inferior y un segundo electrodo 14 a su extremo superior. Las segundas y terceras cámaras de calentamiento 20 y 30 por consiguiente tienen cada una, una entrada 21 y 31, respectivamente y una salida 22 y 32, respectivamente, para líquido y un primer electrodo 23 y 33, respectivamente, y un segundo electrodo 24 y 34, respectivamente. Los primeros y los segundos electrodos de cada cámara 10, 20 y 30 se separan por un aislante eléctrico 15, 25, 35, respectivamente. El segundo electrodo 14 de la primera cámara 10 es el mismo electrodo que el primer electrodo 23 de la segunda cámara de calentamiento 20 y forma electrodos de conexión 36 entre cámaras adyacentes 10 y 20. Por consiguiente, el segundo electrodo 24 de la segunda cámara 20 es el mismo electrodo que el primer electrodo 33 de la tercera cámara de calentamiento 30 y forma electrodos de conexión 37 entre cámaras adyacentes 20 y 30. El primer electrodo 13 de la cámara inferior 10 y el segundo electrodo 34 de la cámara superior 30 están eléctricamente conectados a tierra. Los electrodos de conexión 36 y 37 están eléctricamente conectados a tierra en una configuración de puente en H 38 a una fuente de energía DC.

[0056] El producto líquido fluye a través del trayectoria de flujo líquido vertical 39 definida por la disposición 1 de las tres cámaras de calentamiento 10, 20 y 30 en la dirección de la flecha A.

[0057] La invención además se ilustrará mediante los siguientes ejemplos no limitativos.

Ejemplos

Ejemplo 1

[0058] El zumo de naranja recién exprimido tiene una conductividad de 0,37 S/m a 20 °C y con una temperatura de 7 °C fue bombeado a través de una sección de precalentamiento por convección para conseguir una temperatura de precalentamiento entre 35 y 38 °C. El zumo precalentado fue suministrado a una cámara de calentamiento cilíndrica montada verticalmente con una longitud de 20 mm y un diámetro de 10 mm a un caudal de 120 l/h. Un campo eléctrico se aplicó sobre la cámara de calentamiento para generar una corriente eléctrica a través del zumo de naranja que fluye a través de la cámara y la dirección de la corriente fue invertida con una frecuencia de 1 kHz. El periodo de permanencia del zumo de naranja en la cámara de calentamiento fue 0,1 segundos a una contrapresión de 2 bares (absoluta).

[0059] Varios experimentos fueron efectuados como se describe anteriormente, cada uno con una fuerza diferente del campo eléctrico aplicado. El voltaje máximo y corriente aplicada a una temperatura de salida de 85°C produjeron 1200V/5A. La intensidad del campo eléctrico bajo estas condiciones fue aprox. 600 V/cm. A ajustes de voltaje inferiores, la corriente se redujo y la temperatura de salida disminuyó. De esta manera, la temperatura de salida se controló y las muestras se recogieron bajo condiciones fijas para una serie de temperaturas de salida en el rango de 60-85°C. Tras el enfriamiento, el zumo de naranja se embotelló a temperaturas inferiores a 15°C y se almacenó a una temperatura de 7°C. La vida útil microbiana, actividad enzimática y parámetros de calidad del zumo de naranja se midieron en tiempos indicados durante un periodo de cuatro meses y en comparación con los mismos parámetros para zumo no tratado y para zumo tratado de forma convencional (calentamiento por convección durante 300 segundos a 80 °C).

[0060] Para determinar la vida útil microbiana, la cantidad de levaduras y mohos, y bacterias de ácido láctico se midieron en días 0, 1, 2, 6, 9, 12, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 77, 84 y 150 para, según ISO 21527-1 e ISO 15214, respectivamente.

5 [0061] La actividad de pectina metilesterasa (PME) después de dos días de almacenamiento se midió como se describe en L. Vervoort et al., Innovative Food Science and Emerging Technologies, 12 (2011), p 466-477.

10 [0062] El color de las diferentes muestras después de dos días de almacenamiento se determinó midiendo los valores de Hunter L*, a*, b* como se describe en R.A.H Timmermans et al, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 12 (2011), p 235-243, Los valores A y B se usaron para calcular el valor ΔE de la siguiente manera:

$$\Delta E = ((a - a_0)^2 + (b - b_0)^2 + (L - L_0)^2)^{1/2}$$

15 donde el subíndice '0' indica el color del zumo de naranja no tratado en un tiempo de almacenamiento de 0 días.

[0063] Para la evaluación sensorial, las muestras se marcaron por un panel en intensidades de olor cítrico y en frescura en días 2, 6, 9, 12, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63, 70, 75, 77, 84 y 150.

20 [0064] En la tabla 1 se muestran los resultados de la evaluación sensorial. En la tabla 2, se muestran los resultados de las mediciones de actividad PME y de las mediciones de color.

Tabla 1. La evaluación sensorial de las muestras de zumo de naranja no tratado y tratado

Exp.	T calentamiento (°C)	Vida útil microbiana (días)	Evaluación sensorial
A	85	Al menos 150 días	Directamente después del tratamiento en comparable al zumo no tratado (sabor, intensidad, gusto y color). Tonos frescos y cítricos presentes hasta t = 35 días, después la intensidad cítrica se reduce un poco, pero sigue estando presente hasta t = 71 días, luego se deteriora. A t = 150 días todavía tiene buen sabor, pero no es comparable con el 'reciente'.
B	75	Al menos 84 días	En cuanto al experimento A, sin embargo a t = 84 días, se prefiere el zumo B al zumo A.
C	63	28 - 35 días	Directamente después del tratamiento comparable al zumo no tratado (sabor, intensidad, gusto y color). Tonos muy frescos y cítricos hasta t = 28 días, luego comienza el deterioro. A = 35 días insuficientes.
no tratado	-	6 - 9 días	Los mayores tonos cítricos intensos y sabor fresco a t = 0 días. A partir de t = 2 días, comienza el deterioro. Insuficiente a t = 9 días.
convencional	80	Al menos 90 días	Directamente después del tratamiento, hay un equilibrio de sabor. Ya no hay sabor a cítrico fresco y un sabor a 'procesado'. El color del zumo era más pardo, en comparación con el no tratado. El sabor fue estable durante el tiempo de almacenamiento

25

Tabla 2. Actividad PME y color después de dos días de almacenamiento

Experimento	T calentamiento (°C)	Actividad PME	Color a t = 2 días L*, a*, b*	Valor ΔE a t=2 días
A	85	< 5%	54, 42, 10,49, 60,20	2,7
B	75	<30%	54, 23, 10,46, 59,31	2,5
C	63	>95%	53, 80, 10,59, 59,94	2,1
no tratado		100%	52, 31, 10,55, 57,94	1,7
convencional	80 °C, 300s	< 5%		

Ejemplo 2

30

[0065] El zumo de naranja recién exprimido con una conductividad de 0,35 S/m a 15°C y una temperatura de entrada de 7 °C fue bombeado a través de una sección de precalentamiento por convección. El zumo precalentado fue suministrado a tres cámaras de calentamiento cilíndricas verticalmente montadas en series,

5 cada una con un diámetro de 26 mm y una longitud de 50 mm, a un caudal de 1500 l/h. Un campo eléctrico se aplicó sobre la cámara de calentamiento para generar una corriente eléctrica a través del zumo de naranja que fluye a través de la cámara y la dirección de la corriente fue invertida con una frecuencia de 1 kHz. La temperatura de salida fue 85°C. El zumo de naranja evacuado de la cámara de calentamiento fue enfriado directamente en serie y embotellado a una temperatura por debajo de 8°C y almacenado a una temperatura de 4°C. La vida útil microbiana, actividad enzimática y otros parámetros de calidad del zumo de naranja tratados fueron medidos a tiempos indicados durante un periodo de 6 meses y en comparación con los mismos parámetros de calidad para zumo no tratado y para zumo termotratado de forma convencional (92°C, 15 segundos) del mismo lote de zumo de naranja recién exprimido.

10 [0066] Para determinar la vida útil microbiana, la cantidad de levadura y mohos, y bacterias de ácido láctico se midieron en días 3, 10, 28, 56, 90, 125, 153, 180 según ISO 21527-1 e ISO 15214, respectivamente. En los mismos días, la actividad de pectina metilesterasa (PME) se midió como se describe en L. Vervoort et al, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 12 (2011), p 466-477, y una evaluación sensorial por un panel marca la intensidad de olor cítrico y la frescura a una escala que varía de muy buena (++) a mala (--). Los resultados se muestran en la tabla 3.

15 Tabla 3. Evaluación de zumo de naranja no tratado, convencionalmente calentado y eléctricamente calentado

Tratamiento	Almacenamiento a 4°C	Microbiología			Actividad PME	Sensorial
		Levadura [CFU/ml]	Mohos [CFU/ml]	Bacterias de ácido láctico [cfu/ml]	Actividad PME relativa (%)	
no tratado	3 días	2,50E+04	1,50E+02	6,70E+03	100%	++
convencional	3 días	<10	<10	<100	<1%	0
eléctrico (invención)	3 días	<10	<10	<100	<1%	+
eléctrico (invención)	28 días	<10	<10	<100	<1%	+
eléctrico (invención)	56 días	<10	<10	<100	<1%	+
eléctrico (invención)	90 días	<10	<10	<100	<1%	+
eléctrico (invención)	125 días	<10	<10	<100	<1%	+
eléctrico (invención)	153 días	<10	<10	<100	<1%	+
eléctrico (invención)	180 días	<10	<10	<100	<1%	+

20

REIVINDICACIONES

1. Equipo para calentar de forma rápida y homogénea un producto líquido a una temperatura de calentamiento mediante calentamiento resistivo, el equipo comprende al menos dos cámaras de calentamiento (10, 20, 30) verticalmente montadas, longitudinales, que están dispuestas en series en una disposición vertical, cada cámara con un extremo inferior y un extremo superior y una entrada (11, 21, 31) para líquido a un extremo y una salida (12, 22, 32) para líquido en el otro extremo, donde cada cámara de calentamiento (10, 20, 30) define un trayectoria de flujo longitudinal para líquido entre su entrada (11, 21, 31) y su salida (12, 22, 32) y la disposición de la al menos dos cámaras de calentamiento (10, 20, 30) en serie define un trayectoria de flujo líquido vertical (39) a través de al menos dos cámaras de calentamiento (10, 20, 30), donde cada cámara de calentamiento dispone de un primer electrodo (13, 23, 33) a su extremo inferior y un segundo electrodo (14, 24, 34) a su extremo superior y el primer (13, 23, 33) y segundo electrodo (14, 24, 34) de cada cámara (10, 20, 30) se separan por un aislante eléctrico (15, 25, 35) y el segundo electrodo (14, 24) de una cámara precedente (10, 20) es el primer electrodo (23, 33) de la cámara siguiente (20, 30) en serie y juntos forman un electrodo de conexión (36, 37), donde los electrodos están dispuestos de manera que líquido fluye a través del trayectoria de flujo líquido vertical (39) a través de las al menos dos cámaras de calentamiento (10, 20, 30) durante la operación normal del equipo, están en contacto con el primer (13, 23, 33) y con el segundo (14, 24, 34) electrodo de cada cámara de calentamiento (10, 20, 30), donde el primer electrodo de la cámara de calentamiento inferior de la disposición vertical y el segundo electrodo de la cámara de calentamiento superior de la disposición vertical están eléctricamente conectados a tierra, **caracterizado por el hecho de que** cada electrodo de conexión (36,37) está eléctricamente conectado a una fuente de energía (DC) de corriente continua para aplicar una carga eléctrica a cada electrodo de conexión (36, 37), donde la conexión a la fuente de energía DC está configurada de tal manera que la polaridad de la carga eléctrica de cada electrodo de conexión (36, 37) está, en el uso, continuamente invertida a una frecuencia de al menos 500 Hz y la carga eléctrica de electrodos de conexión adyacentes es opuesta.
2. Equipo según la reivindicación 1 con dos cámaras de calentamiento (10, 20, 30) en serie y donde el electrodo (36, 37) entre las cámaras de calentamiento (10, 20, 30) se conecta a la fuente de energía DC en la configuración de semi-puente.
3. Equipo según la reivindicación 1 que tiene al menos tres cámaras de calentamiento (10, 20, 30) verticalmente montadas, longitudinales y donde cada electrodo entre dos cámaras de calentamiento adyacentes (36, 37) se conecta a la fuente de energía DC en configuración de puente en H (38).
4. Equipo según la reivindicación 3 con al menos tres cámaras de calentamiento (10, 20, 30) en serie.
5. Equipo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la distancia entre el primer (13, 23, 33) y el segundo electrodo (14, 24, 34) de cada cámara de calentamiento (10, 20, 30) y el área en corte transversal de la trayectoria de flujo definida por cada cámara de calentamiento (10, 20, 30) es sustancialmente la misma.
6. Equipo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la proporción de la distancia entre el primer (13, 23, 33) y el segundo electrodo (14, 24, 34) de cada cámara de calentamiento (10, 20, 30) y el área en corte transversal de la trayectoria de flujo definida por cada cámara de calentamiento (10, 20, 30) está en el rango de 5 a 500 m⁻¹.
7. Proceso para calentar de forma rápida y homogénea un producto líquido a una temperatura de calentamiento mediante calentamiento resistivo en un equipo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende
- (a) suministro continuo del producto líquido a la entrada (11) de la primera cámara de calentamiento (10) en serie y flujo del producto líquido continuamente a través del trayectoria de flujo líquido vertical (39) a través de al menos dos cámaras de calentamiento (10, 20, 30) de manera que el producto líquido está en contacto con el primer (13, 23, 33) y con el segundo electrodo (14, 24, 34) de cada cámara de calentamiento (10, 20, 30);
 - (b) generación continua de una corriente eléctrica a través del producto líquido que fluye a través de las cámaras de calentamiento (10, 20, 30) aplicando continuamente un potencial eléctrico sobre el primer (13, 23, 33) y segundo electrodo (14, 24, 34) de cada cámara de calentamiento (10, 20, 30), donde la dirección de la corriente continuamente se alterna con una frecuencia de al menos 500 Hz, para obtener un producto líquido calentado; y
 - (c) evacuación continua del producto líquido calentado de la última cámara de calentamiento (30) en serie por su salida (32),
- donde el producto líquido tiene una conductividad eléctrica de al menos 0,03 S/m.

ES 2 705 210 T3

8. Proceso según la reivindicación 7, donde sustancialmente no se produce ninguna electrólisis de moléculas que definen el producto líquido.
- 5 9. Proceso según la reivindicación 7 u 8, donde el producto líquido tiene una conductividad eléctrica de al menos 0,1 S/m.
- 10 10. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde el potencial eléctrico sobre el primer (13, 23, 33) y segundo electrodo (14, 24, 34) de cada cámara de calentamiento (10, 20, 30) está en el rango de 500 a 10.000 voltios.
- 10 11. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, donde el producto líquido fluye a través de las cámaras de calentamiento (10, 20, 30) a un caudal de al menos 10 litros por hora.
- 15 12. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, donde el producto líquido es un producto alimenticio líquido.
- 15 13. Proceso según la reivindicación 12, donde el producto alimenticio es zumo de frutas.
- 20 14. Proceso según la reivindicación 12, donde el producto alimenticio es un producto lácteo líquido, una sopa o una salsa.
- 20 15. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, donde el proceso es un proceso para la pasteurización del producto líquido y la temperatura de calentamiento está en el rango de 60 a 90 °C.
- 25 16. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 15, donde el producto líquido se calienta a la temperatura de calentamiento en 1 segundo, preferiblemente en 0,1 segundos, más preferiblemente en 0,01 segundos.
- 30 17. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 16, donde la desviación de la temperatura de calentamiento media del producto líquido en la salida de la última cámara de calentamiento es al menos 3 °C.
- 30 18. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 17, donde el líquido se precalienta a una temperatura en el rango de 30 a 50 °C antes de ser suministrado a la primera cámara de calentamiento (10).
- 35 19. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 18, donde el producto líquido calentado se enfría inmediatamente después de ser evacuado de la última cámara de calentamiento.
- 40 20. Proceso según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, el proceso comprende además una fase de puesta en marcha antes de realizar pasos de proceso (a) a (c), la fase de puesta en marcha comprende llenar las cámaras de calentamiento (10, 20, 30) y cada trayectoria de flujo líquido aguas arriba y aguas abajo de las cámaras de calentamiento (10, 20, 30) con un líquido estéril que tiene sustancialmente la misma conductividad que el producto líquido.
- 45 21. Proceso según la reivindicación 20, donde el líquido estéril tiene sustancialmente el mismo valor de pH que el valor de pH del producto líquido.

Fig. 1

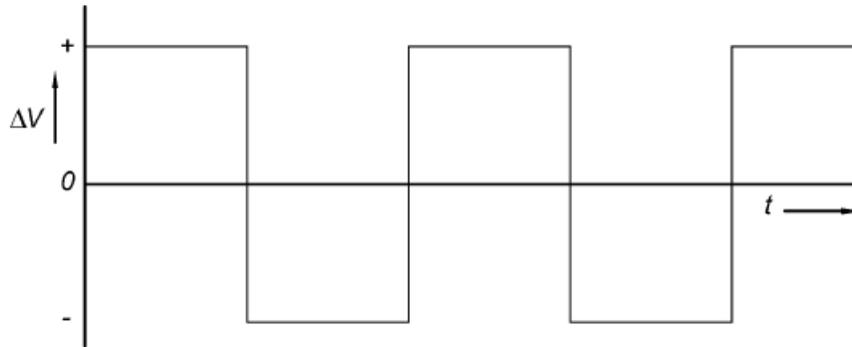


Fig. 2

