

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 643 537**

51 Int. Cl.:

**C12C 7/22** (2006.01)

**C12C 13/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.11.2014 PCT/EP2014/074010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2015 WO15067737**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.11.2014 E 14795630 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 3066185**

54 Título: **Método para tratar un mosto en una caldera hirviendo**

30 Prioridad:

**07.11.2013 EP 13191922**

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

**23.11.2017**

73 Titular/es:

**ANHEUSER-BUSCH INBEV S.A. (100.0%)**

**Grand-Place 1**

**1000 Brussels, BE**

72 Inventor/es:

**DE SCHUTTER, DAVID**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 643 537 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Método para tratar un mosto en una caldera hirviendo

## 5 Campo técnico

La presente invención se refiere a una mejora de las técnicas convencionales de cocción del mosto en los procesos de elaboración de cerveza. Particularmente se refiere a tal proceso que es sustancialmente más económico en términos de consumo de energía que el logrado hasta ahora.

10

## Antecedentes de la invención

Como se muestra en las Figuras 1, la elaboración de una cerveza o una bebida a base de malta comprende alimentar la malta (100) a un molino (200) que se mezcla entonces con agua y pulpa (300) a una temperatura moderadamente alta para detener la conversión enzimática de almidones en azúcares fermentables. En la etapa de filtración (400), la pulpa se separa en el mosto líquido claro y el grano residual. El mosto así separado se alimenta después a una caldera (1), en una etapa denominada tradicionalmente como etapa de "cocción" debido a que el mosto se calienta convencionalmente por encima de su temperatura de ebullición para esterilizarla, terminar la actividad enzimática, y convertir y/o eliminar los componentes no deseados. Después de la etapa de cocción, la sedimentación que se ha formado durante la etapa de cocción, se separa del mosto usualmente en un tanque de sedimentación (500), como se describe por ejemplo en el documento DE10 2008 033 287. El mosto entonces se enfría (600), se fermenta (700), se madura (800), se filtra (900) y se envasa (1000), por ejemplo, en botellas, barriletes, latas, y similares.

Las cervecerías en el mundo globalizado se enfrentan a numerosos desafíos, como el aumento de los precios de energía y el transporte complicado debido a la exportación. El aumento de exportación obliga a las cervecerías a buscar cambios tecnológicos que mejoran la estabilidad coloidal, microbiana y de sabor. La estabilidad del sabor aún hoy no se entiende completamente. Se conoce, sin embargo, que el proceso de cocción del mosto (ver la Figura 1, #1) tiene un gran impacto sobre la estabilidad del sabor de la cerveza.

La cocción del mosto es una de las etapas del proceso que consume más energía en la cervecería. Sirve para varias funciones:

- (a) Esterilización del mosto,
- (b) Terminación de la actividad enzimática,
- (c) Isomerización de alfa-ácidos en iso-alfa-ácidos,
- (d) Coagulación de proteínas y polifenoles,
- (e) Descomposición de S-metilmetionina (SMM) en dimetilsulfuro (DMS),
- (f) Eliminación de compuestos de sabor no deseados.

La esterilización del mosto y la terminación de la actividad enzimática se logran fácilmente cuando se alcanzan temperaturas de más de 90 °C. La velocidad de isomerización de ácidos de lúpulo depende de la temperatura, que prácticamente se duplica cada 10 °C. La desnaturalización de las enzimas y proteínas que activan la turbiedad con coagulación y precipitación posteriores con polifenoles debe completarse durante el proceso de cocción del mosto. El proceso de coagulación se mejora dramáticamente cuando se amplía la interfaz entre el líquido y el gas. Cuando el mosto alcanza la temperatura de ebullición, las burbujas de vapor proporcionan esta interfaz adicional.

La descomposición de S-metilmetionina (SMM) a dimetilsulfuro (DMS) que es muy volátil es una etapa necesaria antes de la evacuación de DMS. El objetivo que requiere más energía es la eliminación de compuestos de sabor no deseados, particularmente DMS, pero también otros compuestos de sabor. Cada componente volátil se determina por el equilibrio vapor-líquido (VLE) del componente y el mosto, este último se considera físicamente como casi idéntico al agua pura. Esto significa que una cantidad determinada de evaporación es necesaria para reducir el nivel de un compuesto no deseado a niveles subumbrales. Por lo tanto, se requiere siempre una evaporación mínima y los sistemas más recientes funcionan con un mínimo de 4-6 % en peso de evaporación durante el proceso de cocción.

Varias técnicas de cocción del mosto se conocen en la técnica. Por ejemplo, desde la década de 1970, un método de cocción comúnmente aplicado es hervirlo con convección natural por medio de una caldera interna. La caldera interna es de forma cilíndrica formada por un conjunto de tubos calentados huecos, y el mosto puede fluir libremente a través de estos tubos. El principio de funcionamiento es del tipo "termosifón", de manera que el mosto entre en los tubos de calentamiento, alcance la temperatura de ebullición y se formen y surjan las burbujas de vapor. Estas burbujas de vapor (densidad muy baja) son la fuerza impulsora hacia arriba a través de la caldera interna, lo que garantiza de esta manera una convección natural. Alternativamente, la caldera puede localizarse fuera de la caldera y el mosto se alimenta a través del mismo por medio de una bomba y se devuelve a la caldera.

En la última década se han introducido numerosos sistemas de cocción nuevos e innovadores. Todos ellos se centran en la reducción de energía mediante la disminución de la evaporación y mediante la reducción de la carga térmica medida en el mosto por el método del índice de acidez tiobarbitúrico (TBA). Los ejemplos de sistemas de cocción del mosto modernos se basan en: cocción dinámica del mosto; evaporación de película delgada; caldera termosifón externa

con mayor superficie de calentamiento; cocción del mosto continua; cocción al vacío, caldera interna con convección forzada; cocción suave con evaporación súbita; y la cocción del mosto con rociado de gas inerte. Particularmente, la cocción del mosto con rociado de gas inerte consiste en hervir el mosto por una duración de aproximadamente 30 min en cuyo punto, mientras se sigue hirviendo, se rocía un gas inerte en la cocción del mosto, lo que mejora considerablemente la tasa de remoción de DMS. El rociado se proporciona por una estructura anular localizada en el fondo de la caldera de mosto, tal como se describe en el documento EP875560. Debido a la eliminación de DMS facilitada, el tiempo de cocción puede acortarse y las velocidades de evaporación podrían reducirse a aproximadamente 4 % en peso.

Incluso con las últimas técnicas de cocción del mosto, la cocción del mosto sigue siendo la etapa de más alto consumo de energía de todo el proceso de elaboración. Por lo tanto sigue existiendo en la técnica una clara necesidad de un proceso de tratamiento más económico de mosto expedido desde un tanque de filtrado. La presente invención proporciona tales procesos. Esta y otras ventajas están presentes en las siguientes secciones.

## Resumen de la invención

La presente invención se define en las reivindicaciones independientes adjuntas. Las modalidades preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes. Particularmente, la presente invención se refiere a un proceso para tratar un mosto en una caldera, dicho método comprende las etapas de:

(a) proporcionar:

- una caldera provista con una entrada adecuada para alimentar un mosto en la caldera y con una salida adecuada para que fluya el mosto fuera de la caldera,
- medios de calentamiento adecuados para llevar el mosto contenido en la caldera cerca de o a la temperatura de ebullición, así como también para controlar dicha temperatura,
- un sistema de rociado de gas adecuado para rociar un gas inerte en dicho mosto,

(b) alimentar el mosto a partir de una etapa de filtración en dicha caldera hirviendo a través de la entrada, dicho mosto que está a una temperatura por debajo de su temperatura de ebullición;

(c) mientras se rocía un gas inerte a través del mosto, calentar dicho mosto a, y mantenerlo a una temperatura de tratamiento,  $T_a$ , que está por debajo de la temperatura de ebullición,  $T_b$ , del mosto para una duración del tratamiento,  $t_{tratamiento}$ , comprendido entre 15 y 90 min, preferentemente entre 20 y 75 min, con mayor preferencia entre 30 y 60 min, y no más de lo requerido para evaporar a lo máximo 4 % en peso de agua inicialmente presente en el mosto;

(d) transferir el mosto tratado a una etapa de separación de la sedimentación a través de la salida.

La temperatura de tratamiento,  $T_a$ , preferentemente es mayor que 90 °C, preferentemente mayor que 97 °C, con mayor preferencia entre ( $T_b - 2$  °C) y  $T_b$ , en donde  $T_b$  es la temperatura de ebullición del mosto. Se prefiere que incluso después del período de tratamiento,  $t_{tratamiento}$ , el mosto nunca alcance la temperatura de ebullición,  $T_b$ , del mismo durante toda la duración de su residencia en dicha caldera hirviendo.

El proceso de la presente invención puede llevarse a cabo en calderas de la técnica anterior usadas para la cocción convencional de mosto, al cual se añade un sistema de rociado de gas. Particularmente, la caldera puede ser del tipo de caldera interna, que comprende tubos de calentamiento orientados de manera vertical a través de los cuales fluye el mosto a calentar o que se mantiene a temperatura elevada. Es ventajoso si dichos tubos de calentamiento se localizan directamente por encima del rociador de gas. Alternativamente, la caldera puede ser de tipo caldera externa, que comprende tubos de calentamiento a través de los cuales fluye el mosto a calentar o que se mantiene a temperatura elevada, dichos tubos de calentamiento se localizan fuera de la caldera y en comunicación de fluidos con la misma a través de una tubería y una bomba.

El gas inerte puede rociarse en el mosto por medio de un rociador de gas localizado en el fondo de la caldera y se orienta hacia arriba o hacia los lados en la dirección radial, dicho rociador que comprende preferentemente una placa circular, cilíndrica o anular proporcionada con una multitud de aberturas. Las aberturas pueden ser orificios o poros abiertos de un material sinterizado, tal como acero inoxidable sinterizado. Para homogenizar la temperatura del mosto durante la etapa de calentamiento, se prefiere que el régimen de flujo de rociado de gas inerte tengan un valor inicial después de la introducción del mosto en la caldera hirviendo, que es más alto y preferentemente está comprendido entre 0,05 y 50 m<sup>3</sup>/h/hl de mosto, con mayor preferencia entre 0.1 y 10 m<sup>3</sup>/h/hl. A la temperatura de tratamiento,  $T_a$ , se alcanza el régimen de flujo del gas y puede disminuirse progresivamente a un valor preferentemente comprendido entre 25 y 75 %, con mayor preferencia entre 37 y 45 % del valor inicial del régimen de flujo de rociado de gas inerte. El gas inerte es preferentemente nitrógeno o dióxido de carbono.

Al final del proceso, el mosto así tratado entonces puede transferirse a una etapa de separación de la sedimentación, por ejemplo en un tanque de sedimentación, y luego a recipientes de tratamiento adicionales para producir una cerveza o una bebida a base de malta. La cerveza o bebida a base de malta producida así preferentemente tiene una o más de las siguientes propiedades:

(a) Estabilidad de la espuma (NIBEM) de al menos 150 s;

(b) Turbidez medida en la cerveza fresca o bebida a base de malta inferior a 1.0 EBC; y/o

(c) Turbidez medida en la cerveza o bebida a base de malta envejecida durante 3 días a 60 °C inferior a 1,5 EBC.

Breve descripción de las figuras

Para una comprensión más completa de la naturaleza de la presente invención, se hace referencia a la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos en los que:

- La Figura 1 muestra las diversas etapas de un proceso de elaboración.
- 5 La Figura 2 es una representación esquemática de un perfil de temperatura del mosto y régimen de flujo de rociado de gas durante todo el proceso de la presente invención,
- La Figura 3 muestra una primera modalidad de un hervidor de la caldera interna adecuada para la presente invención, (a) vacía y (b) rellena con mosto y con gas que se rocía en la misma.
- 10 La Figura 4 muestra una segunda modalidad de un hervidor de la caldera externa adecuada para la presente invención, (a) vacía y (b) rellena con mosto y con gas que se rocía en la misma.
- La Figura 5 muestra una tercera modalidad de un hervidor de la caldera externa adecuada para la presente invención, (a) vacía y (b) rellena con mosto y con gas que se rocía en la misma.
- La Figura 6 muestra la evolución del contenido de DMS en el mosto durante  $t_{\text{tratamiento}}$ .
- 15 La Figura 7 compara el consumo de energía de un proceso de pseudococción de acuerdo con la presente invención con el de un proceso de cocción llevado a cabo con convección natural y forzada, respectivamente.

#### Descripción detallada de la invención

20 Como se muestra en la Figura 1, la presente invención aborda la etapa de tratamiento del mosto seguido de rociado (400) y la separación de sedimentación anterior (500) tal como se realiza más a menudo en un tanque de sedimentación. Está claro que un tanque intermedio o de precalentamiento puede interponerse entre un tanque de rociado y la caldera (1) sin cambiar nada a la presente invención. La etapa de tratamiento del mosto objeto de la presente invención se denomina tradicionalmente como una etapa de "cocción" debido a que el mosto se calienta tradicionalmente por encima de su temperatura de ebullición para esterilizarla, terminar la actividad enzimática, y

25 convertir y/o eliminar los componentes no deseados. En el presente proceso, sin embargo, se usa el término etapa de "pseudococción" debido a que contrariamente a los procesos de la técnica anterior, el mosto no se lleva a su temperatura de ebullición en cualquier momento durante el tiempo de tratamiento,  $t_{\text{tratamiento}}$ .

30 El proceso de pseudococción de la presente invención está destinado a reemplazar ventajosamente los procesos de cocción descritos y usados hasta la fecha en la técnica, con una reducción sustancial concomitante del consumo de energía. Particularmente, después de tanto una etapa de cocción como una de pseudococción:

(a) El mosto debe esterilizarse,

(b) la actividad enzimática, debe terminarse

35 (c) la cantidad de alfa-ácidos se reducirá y se reemplazará por iso-alfa-ácidos,

(d) una cantidad sustancial de S-metilmetionina (SMM) debe haberse transformado en dimetilsulfuro (DMS),

(e) las proteínas que activan la turbiedad y polifenoles deben haberse coagulado para su separación, y

(f) los compuestos de sabor no deseados, particularmente DMS, se eliminarán.

40 Los objetivos anteriores (a) a (d) son en su mayoría dependientes de la temperatura en el tiempo y pueden alcanzarse a temperaturas por encima de 90 °C, con una velocidad que aumenta con la temperatura. La coagulación de proteínas y polifenoles y la eliminación de componentes de sabor volátiles no deseados, por otro lado, se aceleran sustancialmente cuando se aumenta el área interfacial entre el líquido y el gas. Por esta razón, es necesario poner el mosto a ebullición para generar las burbujas de vapor que aumentan sustancialmente el área interfacial líquido-gas, y por tanto la

45 velocidad de coagulación de las proteínas que activan la turbiedad y los polifenoles, y la velocidad de eliminación de los componentes volátiles no deseados. Este método de cocción del mosto funciona para aumentar el área interfacial líquido-gas pero tiene dos inconvenientes principales:

(a) Es altamente consumidor de energía, y

(b) La evaporación del agua varía desde 4 % en peso para los sistemas de cocción más económicos, hasta 6-10 % en peso y más para las técnicas de cocción más tradicionales.

50

Hervir el agua consume mucha energía. Las propiedades del calor físico del mosto son muy comparables a las del agua. El calor latente de vaporización del agua (y del mosto) es muy alto: 2260 kJ/kg. Se deduce que si el calor requerido para calentar 1 litro de mosto por una diferencia de temperatura,  $dT$ , hasta una temperatura por debajo de la temperatura de ebullición del mosto,  $T_b$ , es  $Q = c_p dT$  kJ/kg en donde  $c_p$  es el calor específico del mosto ( $\approx 4,19$  kJ/kg °C), mientras que se requieren 2260 kJ/kg por el sistema para convertir dicho 1 litro de agua líquida en vapor una vez que la temperatura del mosto ha alcanzado la temperatura de ebullición,  $T_b$ . Obsérvese que dado que la temperatura de ebullición del mosto (y del agua) depende de la presión, el valor real de  $T_b$  varía como una función del tiempo y la localización de la cervecería. A presión atmosférica,  $T_b = 100$  °C, pero está claro que el mosto líquido nunca alcanzará tal temperatura en una cervecería localizada en la Ciudad de México o en Lhasa.

60

La eliminación de compuestos de sabor volátiles no deseados tales como el DMS depende del equilibrio vapor-líquido (VLE) de cada compuesto volátil con mosto. Esto significa que una cantidad determinada de evaporación es necesaria para reducir el nivel de un compuesto no deseado a niveles subumbrales. Por lo tanto siempre se requiere una evaporación mínima y los sistemas más recientes funcionan con un mínimo de 4-6 % evaporación, que es todavía una cantidad considerable.

65

Para llevar a cabo un proceso de acuerdo con la presente invención, se requiere una caldera (1), que se proporciona con una entrada (1u) adecuada para alimentar un mosto en la caldera y con una salida (1d) adecuada para que fluya el mosto fuera de la caldera. Deben proporcionarse medios de calentamiento (2) adecuados para calentar el mosto en la caldera. Los medios de calentamiento están generalmente en la forma de un conjunto de tubos huecos paralelos encamisados, en donde el mosto se hace circular a través del lumen de los tubos huecos que se calientan por un fluido de calentamiento que circula en las chaquetas. Los medios de calentamiento (2) pueden localizarse dentro de la caldera, lo que forma por lo tanto un hervidor de la caldera interna como se ilustra en la Figura 3(a). Debido a su densidad muy baja estas burbujas de vapor son la fuerza impulsora hacia arriba a través de la caldera interna, lo que garantiza de esta manera una convección natural. En algunos sistemas de la técnica anterior, una bomba se localiza por debajo de la caldera interna para obligar al mosto recogido en varios puntos de la caldera a fluir a través de las tuberías de calentamiento. Aunque puede aplicarse, tal sistema de convección forzada no es obligatorio en la presente invención debido a que, como se describe a continuación, las burbujas de gas rociadas crean ya una convección forzada. Alternativamente, los medios de calentamiento (2) pueden localizarse fuera de la caldera, conectarse fluidicamente al mismo por las tuberías, lo que forma por lo tanto un hervidor de la caldera externa como se ilustra en las Figuras 4(a) & 5(a). Una bomba (8) se usa usualmente para obligar al mosto a fluir a través de la caldera, la mayoría de las calderas de la técnica anterior, usados tradicionalmente para llevar a cabo una etapa de cocción del mosto cumplen los requisitos anteriores,

El equipo requerido por la presente invención requiere un sistema de rociado de gas (3) adecuado para rociar un gas inerte en dicho mosto. Aunque se conocen en la técnica, tal como se describe en el documento EP875560, pocas calderas de cocción se proporcionan con un sistema de rociado de gas. Un sistema de rociado de gas puede ser muy simple; y puede incluir una placa circular, cilíndrica o anular proporcionada con una multitud de aberturas. Las aberturas pueden ser a través de canales, como en un cabezal de ducha, o pueden ser los poros de una estructura de poro abierto, tal como un material sinterizado (por ejemplo, acero inoxidable sinterizado). Si el gas inerte usado es nitrógeno, un convertidor de nitrógeno es muy simple y barato de instalar, y si se usa CO<sub>2</sub> en su lugar, está claro que tal gas está disponible en abundancia en todas las fábricas de cervezas. Una ventaja de la presente invención es por lo tanto que requiere poca o ninguna modificación al equipo existente. Como se muestra en las Figuras 3(b) y 4(b), el rociador de gas (3) se localiza preferentemente en el fondo de la caldera, de manera que las burbujas de gas pueden elevarse hasta la superficie del mosto, se fijan en su camino hacia arriba las proteínas volátiles y las proteínas que activan la turbiedad. En una modalidad alternativa, ilustrada en la Figura 5(a) & (b), se proporciona un hervidor de la caldera externa con un sistema de rociado de gas localizado en el extremo aguas arriba de la caldera externa con respecto a la dirección de flujo del mosto (en el caso de la Figura 5, en el fondo de la caldera). Las burbujas son forzadas a través de los tubos de calentamiento huecos (2a) y se inyectan en junto con el mosto. Para las calderas del tipo de caldera interna, se prefiere que el rociador se localice por debajo de los tubos de calentamiento (2a) y preferentemente tenga una dimensión mayor (diámetro en el caso de un disco, cilindro, o un anillo) que sea menor que el diámetro más grande de la caldera (2). Con tal configuración, las burbujas de gas que se elevan a través de los tubos huecos (2a) de la caldera interna crean una convección forzada que impulsa el mosto a través de los lúmenes de los tubos huecos de la caldera. Esto es muy ventajoso debido a que, por un lado, no se requiere una bomba sumergida para crear tal convección forzada y, por otro lado, la velocidad de flujo del mosto a través de los tubos de calentamiento huecos durante la etapa de calentamiento es mayor y más homogénea en comparación con los sistemas de convección natural a temperaturas por debajo de, T<sub>b</sub>, cuando están presentes las burbujas de vapor insuficientes para crear una convección natural con el riesgo del sobrecalentamiento de manera local del mosto.

Cuando se usa una caldera proporcionada con una caldera interna (2), un deflector (5) y un techo del deflector (6) se proporcionan preferentemente en la parte superior de la caldera interna para canalizar el flujo de las burbujas de gas ascendentes y el mosto, redistribuirlas sobre la interfaz líquido-aire del mosto, y reducir el grosor de la espuma formada por lo tanto para permitir mejor eliminación en el aire de los compuestos volátiles arrastrados con las burbujas (ver la Figura 3(b)).

El mosto se alimenta a la caldera a partir de una etapa de filtración (400). En algunos casos, el mosto en primer lugar se hace pasar a través de un tanque intermedio o tanque de precalentamiento antes de que entre en la caldera. La temperatura del mosto está generalmente por debajo de 90 °C, a menudo comprendido entre 65 y 85C. Después de llenar la caldera (1) con mosto, se rocía un gas inerte en el mosto y este último se calienta concomitantemente a una temperatura de tratamiento, T<sub>a</sub>, que es inferior a la temperatura de ebullición, T<sub>b</sub>, del mosto, como se ilustra en la Figura 2. Cuando el mosto ha alcanzado la temperatura de tratamiento, T<sub>a</sub>, se mantiene a dicha temperatura, T<sub>a</sub>, todavía bajo el flujo de dicho gas inerte, durante un período de tiempo, t<sub>tratamiento</sub>, comprendido entre 15 y 90 min, preferentemente, entre 20 y 75 min, con mayor preferencia entre 30 y 60 min. Como se mencionó anteriormente, el gas inerte es preferentemente nitrógeno o dióxido de carbono, siendo el primero el más preferido.

Como se ilustra en la Figura 2, el régimen de flujo del gas inerte es más alto durante el período de calentamiento del mosto a temperatura, T<sub>a</sub>, y se disminuye cuando el mosto se mantiene a temperatura, T<sub>a</sub>. El régimen de flujo del gas inerte inicial puede estar comprendido entre 0,05 y 50 m<sup>3</sup>/h/hl de mosto, con mayor preferencia entre 0,1 y 10 m<sup>3</sup>/h/hl. Una vez que el mosto ha alcanzado su temperatura de tratamiento, T<sub>a</sub>, el régimen de flujo del gas puede reducirse a aproximadamente 35 a 50 %, con mayor preferencia entre 37 y 45 % del valor inicial (QN2(0)), del régimen de flujo de rociado de gas inerte.

La temperatura de tratamiento,  $T_a$ , de acuerdo con la presente invención está por debajo de la temperatura de ebullición,  $T_b$ , del mosto. Particularmente, preferentemente es mayor que  $90\text{ }^\circ\text{C}$ , con mayor preferencia mayor que  $97\text{ }^\circ\text{C}$ . Como se describió anteriormente, la velocidad de varias de las reacciones necesarias para que ocurran durante el proceso de pseudococción depende de la temperatura, tal como esterilización, terminación de la actividad enzimática, conversión de SMM en DMS, y similares. Por lo tanto, se encuentra un valor de temperatura de compensación en donde el tiempo de tratamiento,  $t_{\text{tratamiento}}$ , sigue siendo comercialmente razonable y el consumo de energía está por debajo de los niveles actuales. Este valor de compensación de la temperatura de tratamiento,  $T_a$ , está comprendido preferentemente entre  $(T_b - 2\text{ }^\circ\text{C})$  y la temperatura de ebullición,  $T_b$ , del mosto. No se excluye calentar el mosto a la temperatura de ebullición,  $T_b$ , después del tiempo de tratamiento, pero en la gran mayoría de los casos no es necesario, y el exceso de energía necesaria para hervir el mosto, incluso durante un corto tiempo debe justificarse por algunos requisitos específicos del mosto tratado.

Como se muestra en las Figuras 3(b) & 4(b), un rociador de gas inerte localizado en el fondo de la caldera genera una columna de burbujas de gas. Los componentes volátiles presentes en el mosto por lo tanto están en equilibrio entre las fases gaseosa y líquida sin necesidad de hervir el mosto. Como se describió anteriormente, la columna de burbujas que penetra a través de los lúmenes de los tubos huecos de una caldera interna como se representa en la Figura 3(b), crea una convección forzada independiente de la temperatura, contrariamente a la convección natural que es altamente dependiente de la temperatura para la creación de suficientes burbujas de vapor. Por otro lado, las burbujas de gas inerte actúan como burbujas de vapor cuando emergen, lo que produce el mismo efecto que con este último con respecto a la eliminación de componentes volátiles y coagulación de las proteínas que activan la turbiedad, pero sin tener que hervir y evaporar grandes cantidades de mosto. El flujo de gas también es ventajoso debido a que homogeniza el mosto mediante la creación de un sistema de elevación de gas con un flujo ascendente central y un flujo descendente lateral, como se ilustra por las flechas negras en las Figuras 3(b) & 4(b).

Después del proceso de pseudococción de la presente invención, el mosto puede alimentarse a un tanque de sedimentación o similares para separar la sedimentación del mosto claro, y por lo tanto proceder a la fermentación (700), maduración (800), filtrado (900) y envasado (1000) de la cerveza así producida exactamente de la misma manera que en los procesos de elaboración convencionales.

#### Ejemplo 1

5,4 hl de mosto procedente de una etapa de filtración se dividió en dos lotes de 2,7 hl cada uno. Uno se alimentó a una etapa de cocción tradicional, y se usa como referencia (= REX.1) y el otro se trató con un proceso de pseudococción de acuerdo con la presente invención (= EX.1). Los dos lotes se trataron en hervidores de las calderas internas idénticas (1), pero el rociador de gas (3) no se activó en el lote de referencia, REX1.

#### Proceso de cocción de REX.1

Cuando el nivel de mosto en la caldera alcanzó la caldera interna, se produjo el intercambio de calor y el mosto se calentó hasta  $100\text{ }^\circ\text{C}$ , de donde el mosto comenzó a hervir intensamente con altas turbulencias y se mantuvo en tal estado de ebullición durante un tiempo de tratamiento,  $t_{\text{tratamiento}}(\text{REX1}) = 60\text{ min}$ . Se observó vapor de agua denso durante todo el período de tratamiento.

#### Proceso de pseudococción de EX.1

Desde el momento en que el cabezal del rociador estuvo por debajo del nivel de mosto, el proceso de rociado comenzó con nitrógeno a un régimen de flujo de  $0,1\text{ m}^3/\text{h}/\text{hl}$ . Para garantizar una homogeneización suficiente del mosto durante el calentamiento, la convección forzada es una necesidad absoluta durante esta fase. Al principio, por lo tanto, se aplica el régimen de flujo máximo de nitrógeno.

Cuando el calentamiento avanza hacia la temperatura de tratamiento,  $T_a = 98,5\text{ }^\circ\text{C}$ , el régimen de flujo de nitrógeno puede disminuirse regularmente hasta que se obtenga un régimen de flujo de 40 % del valor inicial a  $98\text{ }^\circ\text{C}$ . La magnitud de flujo de nitrógeno debe ajustarse al estado similar a la ebullición del mosto a  $98,5\text{ }^\circ\text{C}$ . En este sistema dinámico, parece que el mosto ya se hierve, pero desde un punto de vista termodinámico, este no es el caso en absoluto. La mezcla de nitrógeno y los vapores del mosto garantizan una circulación muy vigorosa. La adición de lúpulo puede producirse en cualquier etapa de la fase de calentamiento. En Ex1 y REX1 se añadió lúpulo tan pronto como la caldera se llenó con mosto.

La temperatura del mosto se mantuvo a aproximadamente  $98,5\text{ }^\circ\text{C}$ , lo que mantiene de esta manera el estado similar a la pseudococción durante un tiempo de tratamiento,  $t_{\text{tratamiento}}(\text{EX1}) = 60\text{ min}$ . Durante todo el proceso, el mosto parecía como si estuviese hirviendo muy intensamente con altas turbulencias como en el REX1, pero por el contrario, los vapores ascendentes eran muy delgados, lo que resulta en una evaporación muy limitada. Los componentes volátiles no deseados por lo tanto podrían evacuarse sin una velocidad de evaporación extensa.

Las burbujas de nitrógeno ascendentes también proporcionan una interfaz para la orientación de proteínas desnaturalizadas responsables entre otras cosas de la formación de turbidez en la cerveza, lo que mejora por lo tanto la coagulación de la misma. Por lo tanto la coagulación puede tener lugar sin que se alcance la temperatura de ebullición dado que las burbujas de nitrógeno reemplazan las burbujas de vapor.

De manera simultánea, la columna de burbujas proporciona la convección forzada, en la caldera hirviendo. Por lo tanto no es necesario un calentamiento intensivo para crear las burbujas de vapor según se requiera para activar el principio termosifón en los hervidores de las calderas internas con convección natural. Es suficiente proporcionar suficiente fluido de calentamiento, tal como vapor, en las chaquetas de los tubos huecos (2a) que conforman la caldera (2) para mantener solamente la temperatura requerida,  $T_a = 98.5\text{ °C}$ .

#### Producción de cerveza

El lote tratado de acuerdo con la presente invención (= EX1) registró una velocidad de evaporación de 2,8 % en peso, mientras que el lote usado como referencia (= REX.1) registró una velocidad de evaporación de 10,8 % en peso. Cuando se compara el proceso de pseudococción de EX.1 con el proceso de cocción del mosto convencional de REX.1, es imprescindible que todos los otros parámetros de producción de cerveza se mantengan constantes a lo largo de todo el proceso de producción. Por esta razón, después de alimentar el mosto así tratado a un tanque de sedimentación (500), una cantidad de agua caliente (76 °C) se añadió al mosto de REX.1 para compensar la diferencia de densidad entre los 2 mostos debido a las diferentes velocidades de evaporación. Después de enfriar, el mosto aireado se añadió con iguales cantidades de suspensión de levadura y los perfiles de temperatura se mantuvieron iguales durante la fermentación (700). Después de la filtración (900) las cervezas finales se embotellaron (1000) y una porción del mismo se sometió a un envejecimiento acelerado (ya sea térmico u oxidativo), antes del análisis.

#### Resultados

Los parámetros generales de calidad de las cervezas producidas de los mostos tratados en EX.1 y en REX.1 se enumeran en la Tabla 1. La diferencia en la evaporación es espectacular: 8 % de diferencia entre 10,8 % en peso para REX.1 y 2,8 % en peso para EX.1. No se observaron cambios significativos en la estabilidad de la espuma ni en la estabilidad de la turbidez. La estabilidad de la turbidez de la cerveza de EX.1 fue incluso ligeramente mejor que la referencia. El color de EX.1 fue sustancialmente mejor que el de REX.1 y el aumento de TBA de EX.1 fue 28 % menor que el de REX.1.

- La estabilidad de la espuma se determinó de acuerdo con el método NIBEM descrito. El instituto NIBEM ha establecido normas para la medición de la estabilidad de la espuma. El analizador de estabilidad de espuma NIBEM mide el tiempo de colapso de la espuma a una distancia de 30 mm y se expresa en segundos.
- La turbidez se midió mediante el uso de un Medidor de turbidez que mide la luz dispersa causada por partículas e incorpora las últimas normas de MEBAK (Mittleeuropäische Brautechnische Analysekommission):
  - Ángulo de medición de 90 °
  - Luz roja 650 ± 30 nm
  - Norma de calibración de formazina
- Las partículas más pequeñas que 1 µm, tal como proteínas, causan principalmente la luz dispersa y se miden por debajo de 90 °. Las partículas mayores que 1 µm, tal como tierra de diatomeas y levadura, causan principalmente la luz dispersa hacia adelante y se miden por debajo de 25 °. Se coloca una muestra (cubeta o botella) en la cámara de medición, que se rellena con agua. Se realiza la medición automática, posicionando la muestra y girándola, haciendo 100 mediciones, y calculando el valor promedio.
- El método de índice de acidez tiobarbitúrico (TBA) se llevó a cabo como se describió en Grigsby, J.H. y Palamand, S.R. "Studies on the Staling of beer: the use of 2-thiobarbituric acid in the measurement of beer oxidation", ASBC J. (1975) 34 (2), 49-55. Cinco ml de una solución de TBA (288 mg de ácido tiobarbitúrico en 100 ml ácido acético (90 %)) se añadió a 10 ml de mosto en tubos Pyrex sellados (en duplicado). Las mezclas se mantuvieron en un baño de agua a 70 °C durante 70 minutos. Las muestras después se enfriaron en hielo. El tratamiento térmico anterior permite la formación de complejos entre TBA e hidroximetilfurfural (HMF), la presencia de este último en el mosto que resulta de reacciones de Maillard, bien conocidas por los expertos en la técnica. La presencia de complejos HMF-TBA puede identificarse fácilmente y cuantificarse por espectrofotometría ya que se caracterizan por una fuerte absorción a una longitud de onda de 448 nm. Si es necesario, las muestras se diluyeron para obtener un valor en el intervalo lineal del espectrofotómetro. Como la medida en blanco, se midió la absorción del mismo mosto con TBA pero sin el tratamiento térmico a la misma longitud de onda. El valor de TBA entonces podría calcularse como sigue  $TBA = 10 \times (D \times A448(\text{muestra}) - A448(\text{blanco}))$ , en donde D es un factor de dilución: A448(muestra) y A448(blanco) son las absorciones medidas a 448 nm del mosto tratado térmicamente + muestras de solución de TBA y blanco (mosto + solución de TBA no tratado térmicamente), respectivamente.

Tabla 1: La comparación de parámetros de calidad de cerveza elaborada con mosto de acuerdo con EX1&REX.1

Parámetro	EX1	REX1
evaporación, (% en peso) (↘)	2,8	10,83
estabilidad de la espuma (NIBEM), (s) (↗)	269	274
Turbidez (después de 3 días a 60 °C), (EBC) (↘)	0,51	0,58
Turbidez (cerveza fresca), (EBC) (↘)	0,29	1,01
color, (EBC) (↘)	7,55	8,75
carga térmica durante el (pseudo) cocido, ( $\Delta$ TBA) (↘)	7,9	10,9
2-furfural (ppb) (↘)	150	180
fenilacetaldéhidó (ppb) (↘)	122	140
linalol (ppb) (↗)	135	87
$R = \Delta$ DMS / % evaporación (ppb DMS / % de vapor) (↗)	11,4	4,8
(↗) alto valor deseado, (↘) bajo valor deseado		

La eficiencia de evaporación de un sistema de cocción del mosto se evalúa principalmente mediante la eliminación de DMS durante el (pseudo) cocido como una función de cantidad de evaporación del mosto. Se tomaron las muestras al principio ( $t = 0$  min), en el medio ( $t = 30$  min), y al final ( $t = 60$  min) del tiempo de tratamiento,  $t_{\text{tratamiento}} =$  período de 60 min. Las cantidades de DMS medido en diferentes momentos se trazan en la Figura 6. En el tiempo,  $t = 0$  min, el mosto tratado de acuerdo con la presente invención (= EX.1, círculos negros) contenía 38 ppb DMS mientras que al mismo tiempo, el mosto que alcanzaba su temperatura de ebullición de acuerdo con un proceso de cocción convencional (REX.1, círculos blancos) contenía 59 ppb. Esto se explica debido a que, mientras que los dos lotes de mosto tenían exactamente el mismo contenido de 65 ppb de DMS al entrar en la caldera (1), durante la etapa de calentamiento del mosto a sus temperaturas de tratamiento respectivas,  $T_a$ , DMS ya estaba eliminándose activamente por las burbujas de nitrógeno rociadas en el mosto durante dicha etapa (ver la Figura 2), mientras que en ausencia de un gas de rociado en REX.1, el contenido de DMS no disminuyó significativamente durante la etapa de calentamiento. Después de un tiempo de tratamiento,  $t_{\text{tratamiento}}$ , de 60 min, las cantidades de DMS que quedan en los dos lotes de mosto fueron comparables con 6 ppb DMS en EX.1 y 7 ppb DMS en REX.1. La eficiencia de evaporación,  $R$ , puede caracterizarse por la relación de la cantidad de DMS eliminados durante la etapa de (pseudo) cocido, a la cantidad de agua evaporada durante el mismo tiempo,  $R = \Delta$ DMS / % evaporación, lo que produce 11,4 ppb DMS / % de vapor para EX.1, contra 4,8 ppb DMS / % de vapor para REX.1, es decir, EX.1 produce una eficiencia de evaporación 2,4 veces mayor que REX.1.

#### Calidad de la cerveza

Para conocer la estabilidad del sabor de las cervezas producidas, se almacenaron botellas de cerveza fresca durante 3 días a 60 °C y las cantidades de furfural y fenilacetaldéhidó se midieron para las cervezas de EX.1 y REX.1 (ver las últimas filas de la Tabla 1). El furfural se considera generalmente como un compuesto indicador para el daño de sabor inducido por calor y también se sospecha que el fenilacetaldéhidó, uno de los aldehídos de Strecker está implicado en la estabilidad del sabor. Ambos compuestos se encontraron en cantidades mayores en cervezas de referencia frescas y envejecidas. Esto no fue inesperado, ya que estos compuestos están relacionados con la carga térmica total, cuantificada por el valor TBA. Sorprendentemente, la concentración de linalol y otros compuestos de sabor a lúpulo (no enumerados) era hasta un 80 % mayor en la cerveza de EX.1 que en la cerveza REX.1 (ver la última fila de la Tabla 1). Se sabe que estos compuestos terpenoides contribuyen positivamente al sabor general de la cerveza. Se puede suponer que las burbujas de nitrógeno son (afortunadamente) menos eficientes en la eliminación de tales terpenoides que las burbujas de vapor.

Las cervezas también fueron evaluadas por un panel de degustación entrenado. La cerveza fresca de EX.1 tuvo una puntuación general alta de 7.1 en comparación con la cerveza de referencia 6.6. Este es, sin duda, al menos en parte, debido a la mayor retención de volátiles de lúpulo beneficiosos o la reducción del amargor de la cerveza de EX.1. Después del envejecimiento, la cerveza de EX.1 se calificó ligeramente superior que la referencia cerveza de REX.1 con 3,9 contra 3,5, respectivamente. El panel concluyó que la intensidad de envejecimiento general, los componentes Maillard y los aldehídos era ligeramente superiores en la cerveza de referencia (= REX.1), mientras que el sabor de lúpulo viejo se volvió más evidente en la cerveza de la presente invención (= EX.1). Sorprendentemente, el sabor envejecido similar al sulfurilo, heno era sustancialmente más dominante en la cerveza de referencia (REX.1). Aparentemente, los sabores sulfurosos o sus compuestos precursores se expulsaron más completamente por el proceso de pseudococción con rociado de nitrógeno de la presente invención (= EX.1) que por el proceso de cocción convencional del ejemplo de referencia, REX.1.



Ejemplo 2

5 El experimento de cocción llevado a cabo en una planta piloto de EX.1 se repitió en un equipo de preparación de  
 10 cerveza a escala completa. Después de la pseudococción del mosto durante un tiempo,  $t_{tratamiento}$ , de 60 min de acuerdo  
 con la presente invención, la velocidad de evaporación fue 1.5 % en peso (= EX.2). Un proceso de cocción convencional  
 del tipo usado en REX.1 mediante el uso de un hervidor de la caldera interna con convección natural (= REX.2) produjo  
 15 una velocidad de evaporación de 8 % en peso. El mismo experimento se llevó a cabo con un hervidor de la caldera  
 interna con convección forzada (es decir, en donde se impulsa el mosto a través de los tubos calentados de la caldera  
 por una bomba) (= REX.3) lo que produce una velocidad de evaporación de 5 % en peso. La Tabla 2 compara los  
 consumos de energía de los tres procesos de (pseudo) cocción de EX.2, y REX.2&3. Puede observarse que el proceso  
 de pseudococción de la presente invención consume solamente 19 % de la energía consumida por el proceso de  
 cocción convencional con convección natural (REX.2) y aproximadamente un tercio de la energía consumida por un  
 proceso de cocción con convección forzada (REX.3). La Figura 7 compara gráficamente los consumos de energía  
 absolutos y relativos de EX.2 (columna negra) y REX.2&3 (columnas blancas).

Tabla 2: comparación del consumo de energía entre los procesos de cocción y pseudococción

	EX,2 INV	REX,2 caldera interna con convección natural	REX,3 caldera interna con convección forzada
20 evaporación (% en peso)	1,5	8	5
consumo de energía (kJ/hl)	3,387	18,063	11,290
25 energía (kWh / hl)	0,94	5,02	3,14
consumo de energía relativo (REX,2 relativo) (%)	19 %	100 %	63 %
30 consumo de 400,000 hl (MWh)	376	2,007	1,254

35 El proceso de pseudococción de la presente invención es una alternativa ventajosa a la cocción del mosto convencional  
 lo que produce cerveza de calidad comparable con más de 80 % de ahorro de energía. Todos los parámetros de calidad  
 observados de los mostos y cervezas producidas de acuerdo con la presente invención fueron comparables o mejores  
 que sus correspondientes cervezas de referencia, mientras que la velocidad de evaporación del proceso de  
 pseudococción fue solamente de 20 a 30 % de la velocidad de evaporación de referencia. Los ahorros de energía  
 40 potenciales del proceso de la presente invención son muy altos (hasta 4 kWh/hL), lo cual es una ventaja, dado que la  
 energía se hace más cara cada día.

El proceso de pseudococción de la presente invención combina la ventaja de los sistemas de cocción del mosto con  
 convección forzada, el mantenimiento en caliente o el desmoldeo y proporciona un medio excelente para cumplir los  
 requisitos de cocción del mosto:

- La evacuación de volátiles se mejora sin la necesidad de una evaporación extensiva y por lo tanto, de energía.
- 45 • Se garantiza la convección forzada por una corriente ascendente continua de burbujas de nitrógeno (elevación  
 de gas). La convección es por lo tanto completamente independiente de la intensidad de calentamiento
- No es necesaria la temperatura de ebullición. El mantenimiento en caliente es suficiente.
- Se produce la coagulación de proteínas sin la presencia de burbujas de vapor. Las burbujas de nitrógeno  
 50 pequeñas proporcionan una interfaz grande, que permite coagular las proteínas desnaturalizadas. Los resultados  
 de las cervezas finales muestran una buena turbidez y estabilidad de la espuma (ver la Tabla 1).

## Reivindicaciones

1. El proceso para tratar un mosto en una caldera, dicho método comprende las etapas de:
  - (a) proporcionar:
    - una caldera (1) provista con una entrada (1u) adecuada para alimentar un mosto en la caldera y con una salida (1d) adecuada para que fluya el mosto fuera de la caldera,
    - los medios de calentamiento (2) adecuados para llevar el mosto contenido en la caldera cerca de o a la temperatura de ebullición, así como también para controlar dicha temperatura,
    - un sistema de rociado de gas (3) adecuado para rociar un gas inerte en dicho mosto,
  - (b) alimentar el mosto a partir de una etapa de filtración en dicha caldera hirviendo a través de la entrada, dicho mosto que está a una temperatura por debajo de su temperatura de ebullición,  $T_b$ ;
  - (c) mientras se rocía un gas inerte a través del mosto, calentar dicho mosto a, y mantenerlo a una temperatura de tratamiento,  $T_a$ , que esté por debajo de la temperatura de ebullición,  $T_b$ , del mosto para una duración del tratamiento, comprendido entre 15 y 90 min, y no más de lo requerido para evaporar a lo máximo 4 % en peso de agua inicialmente presente en el mosto;
  - (d) transferir el mosto tratado a una etapa de separación de la sedimentación a través de la salida.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el mosto no alcanza la temperatura de ebullición,  $T_b$ , del mismo durante toda la duración de su residencia en dicha caldera hirviendo.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la temperatura de tratamiento,  $T_a$ , es mayor que 90 °C, preferentemente mayor que 97 °C, con mayor preferencia entre  $(T_b - 2 \text{ °C})$  y  $T_b$ , en donde  $T_b$  es la temperatura de ebullición del mosto.
4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el gas inerte se rocía en el mosto por medio de un rociador de gas (3) localizado en el fondo de la caldera y orientado hacia arriba, dicho rociador que comprende preferentemente una placa circular, cilíndrica o anular proporcionada con una multitud de aberturas.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la caldera es del tipo de caldera interna, que comprende tubos de calentamiento orientados de manera vertical (2a) a través de los cuales fluye el mosto a calentar o que se mantiene a temperatura elevada, dichos tubos de calentamiento se localizan por encima del rociador de gas.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde la caldera es del tipo de caldera externa, que comprende los tubos de calentamiento (2a) a través de los cuales fluye el mosto a calentar o que se mantiene a temperatura elevada, dichos tubos de calentamiento se localizan fuera de la caldera y en comunicación de fluidos con la misma a través de tubería y de una bomba (8).
7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el régimen de flujo de rociado de gas inerte tiene un valor inicial después de la introducción del mosto en la caldera hirviendo, que es más alto y preferentemente está comprendido entre 0.05 y 50 m<sup>3</sup> / h / hl de mosto, con mayor preferencia entre 0.1 y 10 m<sup>3</sup> / h / hl, y disminuye progresivamente a medida que el mosto alcanza su temperatura de tratamiento,  $T_a$ , a un valor preferentemente comprendido entre 25 y 75 %, con mayor preferencia entre 37 y 45 % del valor inicial del régimen de flujo de rociado de gas inerte.
8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el tiempo de tratamiento,  $t_{\text{tratamiento}}$ , está comprendido entre 20 y 75 min, preferentemente entre 30 y 60 min.
9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el gas inerte es nitrógeno o dióxido de carbono.
10. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el mosto así tratado se transfiere a un tanque de sedimentación y luego a recipientes de tratamiento adicionales para producir una cerveza o una bebida a base de malta.
11. El método de acuerdo con la reivindicación anterior, en donde la cerveza o bebida a base de malta tiene una o más de las siguientes propiedades:
  - (a) Estabilidad de la espuma de acuerdo con NIBEM de al menos 150 s;
  - (b) Turbidez medida en la cerveza fresca o bebida a base de malta inferior a 1,0 EBC; y/o
  - (c) Turbidez medida en la cerveza o bebida a base de malta envejecida durante 3 días a 60 °C inferior a 1,5 EBC.

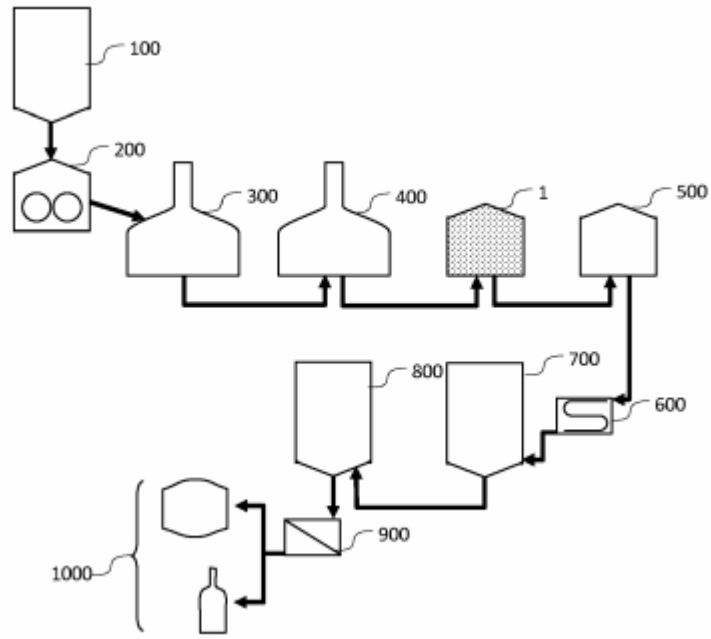


FIG.1

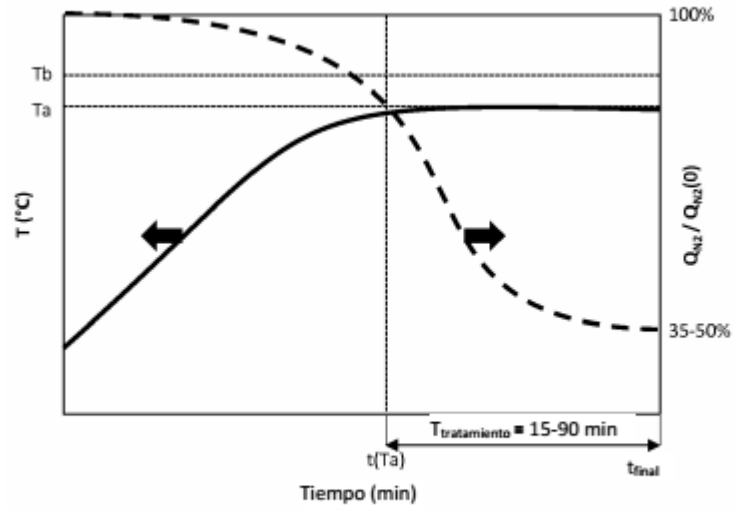
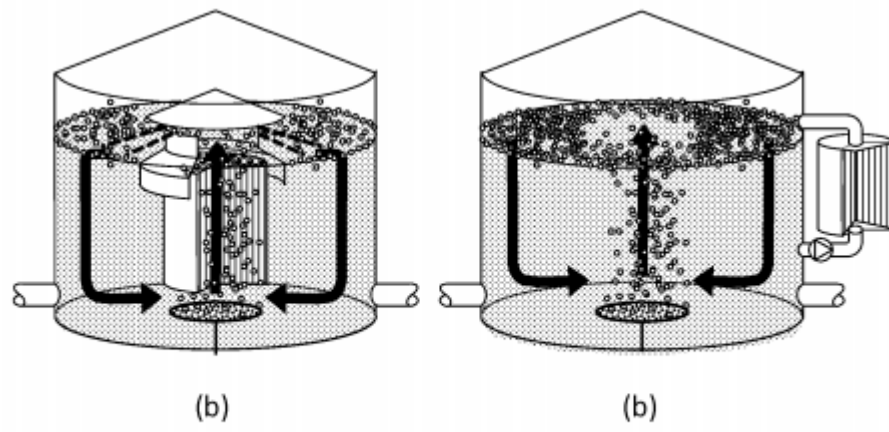
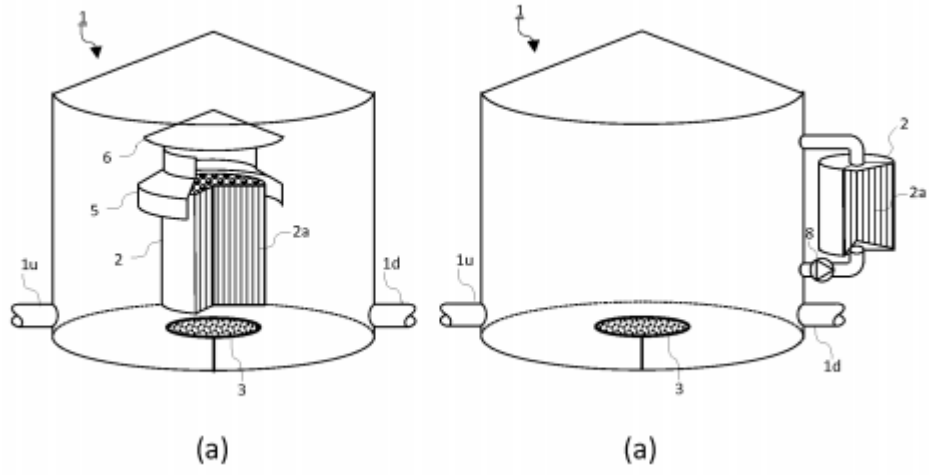
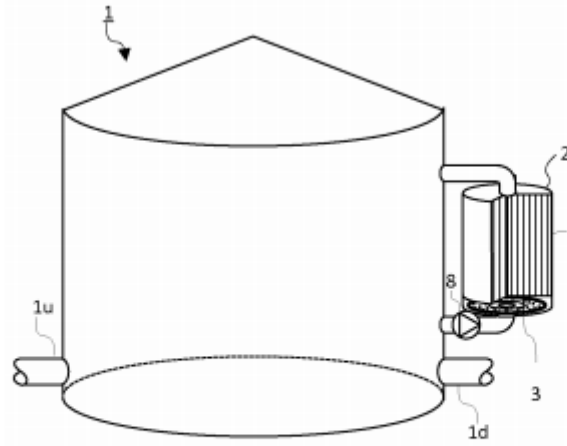


FIG.2

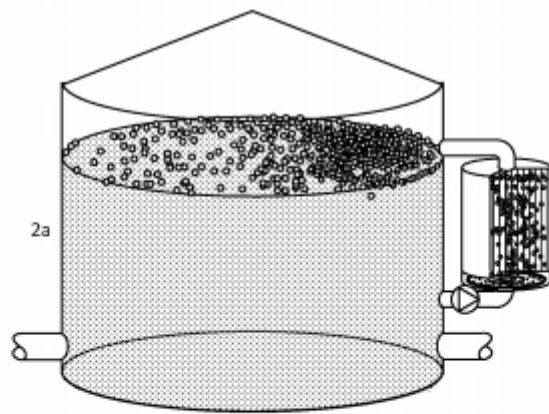


(b)  
FIG.3

(b)  
FIG.4



(a)



(b)

FIG.5

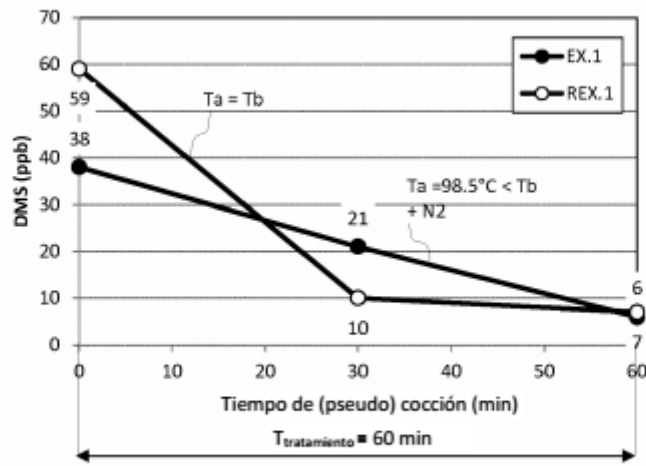


FIG.6

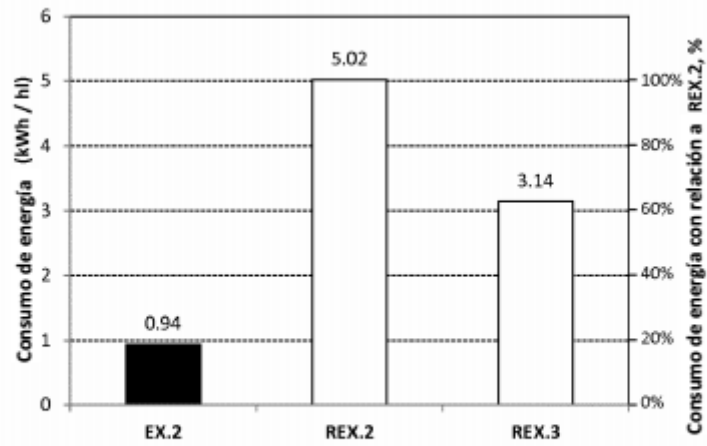


FIG.7