

1
PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO DE CAFÉ INSTANTÁNEO DE ALTO
RENDIMIENTO

Introducción

5

La presente invención se refiere a un procedimiento de producción de un producto de café instantáneo de alto rendimiento y/o calidad. El rendimiento de partículas sólidas totales en el producto de café instantáneo basado en la
10 cantidad de partículas sólidas de grano de café tostado y molido puede ser de 65 % o más.

Antecedentes de la técnica

15 Aproximadamente se producen cada año 700.000 toneladas de café instantáneo. El principal coste de producción es el precio de los granos de café verde usados. Por consiguiente, existe un incentivo para reducir el consumo de granos verdes a partir del valor típico de hoy en día de aprox. 2,4 kg de
20 granos verdes/kg de polvo seco instantáneo.

Normalmente 2,4 kg de granos verdes producen aproximadamente 1,0 kg de producto final. Las pérdidas provienen del tueste y de la extracción, en los cuales se
25 retiran normalmente 0,4 kg por tueste, y la extracción produce aproximadamente el 50 % del resto. El nivel de rendimiento corresponde, normalmente, a la suma de los componentes naturalmente solubles de aprox. 30 % más los componentes solubilizados de aprox. 20 % adicionales
30 recuperados usando técnicas avanzadas. El estado del rendimiento de la técnica hallado en la literatura es del 54-

60 %.

La solubilización tradicional se realiza mediante descomposición usando hidrólisis térmica en húmedo a 5 temperaturas elevadas. Un procedimiento avanzado para aumentar el rendimiento es incrementar la temperatura de hidrólisis en húmedo a 180 °C o superior. Aunque una mayor temperatura aumentará la cantidad de productos de hidrólisis, la alta temperatura también contribuirá a la producción de 10 sabores extraños, sustancias tóxicas, y a la degradación de los componentes solubilizados.

Por tanto, ha surgido la necesidad de llevar a cabo la solubilización por medio de procedimientos a una temperatura 15 inferior. La descomposición enzimática de los diversos carbohidratos poliméricos es una posibilidad interesante. Asimismo, el coste de las enzimas usadas y el tratamiento térmico han de tenerse en cuenta en la evaluación económica total.

20

En la técnica anterior se han sugerido procedimientos avanzados para aumentar el rendimiento y reducir las complicaciones del procedimiento. Por consiguiente, el documento GB 1.200.700 desvela el uso de una goma de café 25 soluble en agua adicional para mantener el aceite y los constituyentes aromatizantes del café. La goma de café seco soluble se combina preferentemente con el café tostado antes del molido de este último. Durante la combinación y, en particular, durante el molido de la combinación, las 30 partículas de goma solubles secas sirven como absorbentes para el aceite y los constituyentes aromatizantes del café.

El documento US 8.603.562 se refiere a tensioactivos derivados del café proporcionados por medio de reacciones de transesterificación alcalina catalizada de azúcares y aceite de café. Los tensioactivos derivados del café son especialmente útiles en la producción de emulsiones de aceite de café para su uso con, o su incorporación en, productos de café. Los tensioactivos derivados del café aumentan la incorporación de aceite de café en los productos de café con una reducción en la formación de las llamadas "películas oleosas de café". La incorporación del café en el producto de café mantiene parte del sabor del café en el producto final.

En una serie de documentos se han usado enzimas para aumentar la calidad o el rendimiento. Por consiguiente, el documento US 5.714.183 desvela un procedimiento de hidrolización de galactomananos en un extracto de café líquido para reducir o eliminar la formación de un gel durante la congelación del extracto. El extracto de café líquido se produce al hidrolizar el extracto con una beta-mananasa inmovilizada a una temperatura suficiente y durante un tiempo suficiente para retirar los galactomananos del extracto y formar un producto final que está sustancialmente exento de beta-mananasa.

El documento US 4.983.408 desvela un procedimiento de producción de un rendimiento mejorado de un extracto de café que comprende: (1) pretratar una mezcla acuosa de posos de café con vapor en un recipiente cerrado a presión a una temperatura superior a 200 °C; (2) mantener dicha temperatura y presión durante un periodo de aproximadamente 1-10 minutos; (3) exponer instantáneamente el contenido de dicho recipiente

a la atmósfera sin enfriamiento para llevar dicho contenido a niveles atmosféricos; y (4) tratar la lechada así obtenida con un miembro seleccionado entre el grupo que consiste en una enzima hidrolítica y una mezcla de enzimas hidrolíticas.

- 5 El procedimiento produce daños térmicos a los subproductos y el rendimiento es subóptimo.

Se han sugerido procedimientos basados en membranas en el documento EP1844661, que desvela un procedimiento para
10 producir un extracto de café soluble, comprendiendo dicho procedimiento: (1) la molienda fina en húmedo de partículas sólidas de café tostadas para formar una lechada de café que contiene las partículas sólidas de café; (2) el tratamiento de la lechada de café con una cantidad eficaz de una enzima
15 en forma de una composición enzimática estabilizada a una temperatura y durante un tiempo suficiente para hidrolizar las partículas sólidas de café para formar una sustancia de extracto de café soluble, en la que la composición enzimática estabilizada comprende la enzima y una cantidad eficaz de una
20 sustancia derivada del café para estabilizar la enzima; y (3) la separación de la sustancia de extracto de café soluble en un material retenido y un material permeado, en el que el material permeado comprende el extracto de café soluble.

25 El documento EP 1.745.702 también se refiere a un procedimiento basado en membranas, en el que un extracto de café se produce mediante una molienda fina en húmedo de granos de café o café molido o posos de café preextraídos con enzimas hidrolasas, preferentemente enzimas carbohidrasas o
30 proteasas, por ejemplo, glucanasas y mananasas, o mezclas de las mismas, las mezclas comprenden preferentemente enzimas

mananasa, celulasa y proteasa, y en las que las enzimas se retienen en la zona de reacción, mediante el uso de un dispositivo de membrana, de modo que el extracto acabado carece fundamentalmente de enzima, aceite o partículas, y la enzima o las enzimas pueden volverse a usar con el tiempo. El procedimiento se produce en una zona de reacción en la cual solo está presente una pequeña cantidad de 5-hidroxi metilfurfural (5-HMF), puesto que 5-HMF penetra en la membrana y, por consiguiente, no inhibe la actividad enzimática.

En el documento EP 1.745.702 se tiene la percepción de que 5-HMF puede otorgar un sabor indeseable a vino o a heno (página 229 de *Coffee Flavour Chemistry*, Ivon Flament, Wiley 2002). Los presentes inventores han descubierto que 5-HMF y otros productos de descomposición térmica también inhiben de manera importante la actividad de numerosas enzimas. No obstante, la sugerencia de usar un procedimiento basado en membranas añade complejidad al procedimiento general y a la inversión necesaria en el procedimiento. La presente invención sugiere un diseño del procedimiento que evita o reduce la presencia de 5-hidroxi metilfurfural (5-HMF) y otros productos de descomposición no deseados durante la acción de las enzimas hidrolizantes, mejorando, de este modo, las condiciones de reacción de las enzimas.

Breve descripción de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de un producto de café instantáneo de alto rendimiento, que comprende las etapas de

a) extracción de granos de café tostados y molidos con agua con una temperatura de 80 °C o menos, para producir un primer extracto y posos de café,

b) adición de agua a los posos de café para producir una suspensión acuosa,

c) hidrolización de la suspensión acuosa usando una enzima hidrolizante para producir un segundo extracto y restos,

d) adición del primer extracto al segundo extracto, opcionalmente después de la concentración y/o secado del segundo extracto para obtener un extracto combinado, y

e) secado del extracto combinado para obtener un producto de café instantáneo.

El procedimiento de extracción inicial para los granos de café tostados y molidos se realiza a baja temperatura, es decir, por debajo de 80 °C. La baja temperatura da lugar a una producción reducida de 5-HMF y otros productos de descomposición y provoca menos daño a los compuestos aromáticos. En la etapa posterior de hidrolizado, las enzimas hidrolizantes no se inhiben sustancialmente por 5-HMT y otros productos de descomposición, lo que se traduce en un mayor rendimiento del segundo extracto. Además, los componentes aromáticos volátiles y componentes aromáticos descompuestos a temperaturas más altas se retienen en el primer extracto. Aunque la primera extracción puede realizarse a cualquier temperatura por debajo de 80 °C, siempre que el extracto sea líquido, en general, la etapa de extracción a) se realiza a una temperatura en el intervalo de 10-80 °C. Preferentemente, la primera extracción se realiza de 15 °C a 45 °C, más preferentemente a temperatura ambiente, para evitar que la temperatura del agua contribuya a la producción de productos

de descomposición.

El tiempo usado para extraer los componentes solubles en el primer procedimiento de extracción varía con la temperatura del agua, el tamaño de partículas molidas, el gradiente de concentración, y el contacto agua-partícula. En general, el tiempo de extracción es más prolongado para el agua fría que para el agua caliente. En un aspecto de la invención, la etapa de extracción a) se realiza en un intervalo temporal de 5 min a 2 horas.

Las enzimas hidrolizantes usadas son capaces de descomponer uno o más de los diversos constituyentes químicos de los posos de café, tales como carbohidratos, por ejemplo, celulosa, hemicelulosa, y almidón; lignina; proteínas; lípidos; ácidos nucleicos; etc. Los productos de descomposición son preferentemente solubles en agua. De acuerdo con un aspecto preferente, la enzima hidrolizante se selecciona entre enzimas hidrolizantes de carbohidratos o enzimas hidrolizantes de ésteres carboxílicos o cualquier combinación de tales enzimas.

Las condiciones para la reacción de hidrólisis enzimática pueden variar en función del tipo y actividad de enzima usada, temperatura del material de reacción, pH, etc. En una realización preferente, la etapa de hidrólisis c) se realiza en una suspensión acuosa de posos de café a una temperatura comprendida en el intervalo de 40-80 °C, a pH 4-7, en un intervalo temporal de 1-16 horas.

30

Para ayudar a la reacción enzimática, puede ser adecuado

que un agente auxiliar esté presente durante la etapa de hidrólisis c). Ejemplos de agentes auxiliares incluyen controladores de la acidez, tensioactivos, quelantes, cofactores, etc. En un determinado aspecto de la invención, el agente auxiliar es un tensioactivo. Un tensioactivo mejora el rendimiento de forma significativa, e incluso puede derivarse del café.

Un tensioactivo derivado del café puede producirse por medios químicos, como se desvela en el documento US 8.603.562, incorporándose el contenido técnico en la presente memoria por referencia. En un aspecto preferente, el tensioactivo derivado del café puede obtenerse por

- i. digestión de los posos de café con una enzima hidrolizante de carbohidratos para obtener fragmentos de carbohidratos, y
- ii. adición a los fragmentos de carbohidrato de un aceite de café y una enzima hidrolizante de éster carboxílico en condiciones que permitan la transesterificación.

La enzima hidrolizante de carbohidratos puede elegirse entre un gran grupo de enzimas comercialmente disponibles. En una realización de la invención, la enzima hidrolizante de carbohidratos se selecciona entre el grupo que comprende celulasa, xilanasa, hemicelulosa, o cualquier combinación de estas enzimas.

De forma similar, la enzima hidrolizante de éster carboxílico puede elegirse entre un gran grupo de enzimas comercialmente disponibles. En una realización de la

invención, la enzima hidrolizante de éster carboxílico se selecciona entre esterasa, lipasa, o cualquier combinación de las mismas.

5 El aceite de café usado para la preparación del tensioactivo derivado del café puede estar presente intrínsecamente en los granos de café molido o puede añadirse el aceite de café. En caso de añadirse, el aceite de café se deriva del grano de café verde, café tostado y molido, o
10 extractos de posos de café.

Aunque el tensioactivo derivado de café puede producirse por separado, en una determinada realización de la invención también es posible que el tensioactivo derivado de café se
15 obtenga *in situ* durante la etapa de hidrolización mediante la adición de una enzima hidrolizante de éster carboxílico, y opcionalmente aceite de café a la suspensión acuosa. La enzima hidrolizante de éster carboxílico realizará una transesterificación en la cual se añaden grupos lipófilos del
20 aceite de café a componentes de carbohidratos.

Tras la primera, aunque antes de la segunda extracción, los posos de café pueden pretratarse antes de la hidrólisis enzimática. El pretratamiento puede realizarse para facilitar
25 el acceso de las enzimas a su sustrato. El pretratamiento puede implicar la exposición del interior de las células vegetales y/o la pérdida de la lignina de la celulosa. En una realización preferente, el pretratamiento implica

- la adición de agua a los posos de café,
- 30 • el estallido por vapor de los posos de café, y
- la separación en un producto intermedio de extracto y

El producto intermedio de extracto del procedimiento de explosión por vapor puede usarse en el producto final, purificarse, o puede desecharse o usarse en otra aplicación si contiene demasiados sabores extraños. En general, se controla, sin embargo, el procedimiento de explosión por vapor, de modo que el producto intermedio de extracto, en la condición en que se encuentra, concentrado y/o seco, se añade al extracto combinado.

Si se realiza únicamente una explosión por vapor a una temperatura "suave", la cantidad de sabores extraños es generalmente baja y aceptable. Por lo tanto, el producto intermedio de extracto puede añadirse al extracto combinado. Las condiciones preferentes para el estallido por vapor implican que el estallido por vapor se realiza en el intervalo de temperatura de 50-170 °C, a una presión de 10 a 1.000 kPa durante 0,1 a 5 horas.

20

Procedimientos alternativos al estallido por vapor pueden implicar congelación u homogeneización.

Para relajar la estructura de la lignocelulosa y para romper parcialmente la estructura de la hemicelulosa, puede resultar ventajoso usar un determinado régimen de temperatura para el pretratamiento. El régimen de temperatura puede comprender en cualquier orden

- un periodo de tratamiento a baja temperatura en el intervalo de temperatura de 25 a 150 °C durante 1 min a 24 horas, y

- un periodo de tratamiento a alta temperatura en el intervalo de temperatura de 100 a 200 °C durante 1 min a 24 horas.

5 El estallido por vapor puede realizarse por separado o puede integrarse en el régimen de temperatura. En un aspecto preferente de la invención, el estallido por vapor se realiza durante el periodo de tratamiento a alta temperatura.

10 Entre el estallido por vapor y las etapas de tratamiento enzimático, los procedimientos de lavado son beneficiosos ya que aumentarán la eficiencia de las enzimas. Dichos procedimientos eliminan los inhibidores enzimáticos y potencian el procedimiento. El agua de lavado puede añadirse
15 al extracto combinado.

Tras la hidrólisis enzimática, el segundo extracto puede post-tratarse ya sea por

- calentamiento a una temperatura superior a 70 °C en un
20 tiempo suficiente para inactivar la enzima, normalmente a 120 °C durante 10-30 min, y eliminar posiblemente las enzimas coaguladas, o
- filtración por membrana para eliminar la enzima, que vuelve a usarse opcionalmente en la etapa (c).

25 Los granos de café tostados y molidos usados en la etapa (a) pueden dividirse finamente a un tamaño adecuado normalmente entre 0,2-5 mm. En la etapa de hidrólisis enzimática posterior (c), los posos de café pueden dividirse adicionalmente en partículas más pequeñas para facilitar el
30 acceso de las enzimas. En un aspecto preferente, los posos de café se dividen finamente en un tamaño medio de partícula en

el intervalo de 2-1.000 μm , preferentemente a 30-500 μm antes del tratamiento enzimático.

Antes de la etapa (a), el aceite de café puede eliminarse de los granos de café presionando o por otros medios. La eliminación del aceite puede tener un efecto positivo en la hidrólisis enzimática. Este aceite de café puede usarse después para varios fines, por ejemplo, puede añadirse al extracto o al producto final, o puede usarse para la producción de un tensioactivo derivado del café.

La invención aporta un alto rendimiento mediante la producción de primero, un producto intermedio, y segundo de extractos. En un aspecto preferente, el rendimiento de partículas sólidas totales en el producto de café instantáneo, basado en la cantidad de granos de café tostados y molidos, es del 65 %, 70 % o 75 % en peso o más.

Los extractos combinados o uno o más de un producto intermedio, primero, y segundo un extracto, pueden concentrarse, por ejemplo, mediante filtración por membrana antes del subsiguiente secado por pulverización o liofilización. En un aspecto de la invención, el extracto se filtra por membrana para reciclar el material permeado acuoso, que puede ser ligeramente ácido, que puede volver a usarse en el procedimiento. Como el primer extracto contiene componentes aromáticos volátiles, se desea, en general, que el primer extracto se concentre en una forma que conserve el aroma, tal como una concentración por congelación.

Un componente importante de la presente invención es el uso de una o más enzimas. Los tipos de enzimas que pueden emplearse incluyen, entre otros, amilasa, mananasa, hemicelulasa, glucanasa, celulasa, esterasa, proteasa, celobiasa, arabinasa, galactanasa, arabino-galactanasa, nucleasa, pectinasa, isomerasa, ligninasa, pectinasa y lipasa. Estas enzimas pueden emplearse de forma individual o en combinación en dosis relativamente pequeñas de 0,01-2,0 % de concentrado enzimático en relación con el constituyente del sustrato en una cantidad dada de agua.

Ejemplos específicos de enzimas hidrolizantes de carbohidratos incluyen β -glucosidasa, β -galactosidasa, 6-fosfo- β -glucosidasa, 6-fosfo- β -galactosidasa, β -manosidasa, β -D-fucosidasa, β -glucuronidasa, exo- β -glucosaminidasas, manosilglicoproteína endo- β -manosidasa, β -D-glucosidasa, α -L-arabinofuranosidasa, β -D-xilopiranosidasa, N-acetil- β -D-glucosaminidasas, β -D-glucano glucohidrolasa, β -N-acetilglucosaminidasa, α -glucosidasa, α -galactosidasa, α -glucuronidasa, 6-fosfo- α -glucosidasa, 6-fosfo- β -glucosidasa, endo-glucanasa, endo-mananasa, exo-glucanasa, exo-mananasa, 1,6-galactanasa, 1,3-mananasa, 1,4-xilanasa, endo-glicoceramidasa, xiloglucanasa, celobiohidrolasa, endo-1,4- β -glucanasa, quitosanasa, endo-1,3-1,4- β -glucanasa, liqueninasa, endo-1,4- β -xilanasa, exo-oligoxilanasa, endo- β -1,3-xilanasa, endo-glicanasa, endo- β -1,4-xilanasa, α -amilasa, transglicosidasas, oligo-1,6-glucosidasa, pululanasa, ciclomaltodextrinasa, α -amilasa que forma maltotetraosa, isoamilasa, dextrano glucosidasa, trehalosa-6-fosfato hidrolasa, α -amilasa que forma maltohexaosa, α -amilasa que forma maltotriosa, amilasa maltogénica, neopululanasa, malto-

oligosiltrehalosa trehalohidrolasa, dextrinasa límite, α -amilasa que forma maltopentaosa, amilosucrasa, sacarosa fosforilasa, ciclomaltodextrina glucanotransferasa, 4- α -glucanotransferasa, isomaltulosa sintasa, trehalosa sintasa,
 5 amiloglucosidasa, glucodextranasa, α,α -trehalasa, endo-transglicosilasa, xiloglucosiltransferasas, queratán-sulfato endo-1,4- β -galactosidasa, endo-1,3- β -galactanasas, endo-1,3- β -glucanasa, endo-1,3(4)- β -glucanasa, exo-1,3(4)- β -glucanasa, liquenasa, β -agarasa, β -porfiranasa, κ -carragenasa, 1,3- β -D-
 10 glucano endohidrolasa, 1,3-1,4- β -D-glucano endohidrolasa, 1,3- β -D-glucano exohidrolasa, quitinasa, endo- β -N-acetilglucosaminidasa, exo- β -N-acetilglucosaminidasa, β -N-acetilgalactosaminidasa, β -6-SO₃-N-acetilglucosaminidasa, exo-lacto-N-biosidasa, muramidasa, peptidoglicano N-
 15 acetilmuramoilhidrolasa, 1,4- β -N-acetilmuramidasa, N-acetilmuramoilhidrolasa, β -1,4-N-acetilmuramidasa, β -1,4-N,6-O-diacetilmuramidasa, endo- β -1,4-mananasa, exo- β -mananasa, β -1,3-1,4-glucanasa, β -1,3-xilanasa, α -galactosidasa, α -N-acetilgalactosaminidasa, isomaltodextranasa,
 20 poligalacturonasa, pectinasa, ramnohidrolasa, ramnogalacturonano galacturonohidrolasa, exo- α -fucosidasa, glucuronoxilano xilanohidrolasa, α -xilosidasa, isomaltosiltransferasa, maltasa amilasa, glucoamilasa, exo-inulinasa, levanasa, β -2,6-fructano 6-levanbiohidrolasa,
 25 fructano β -(2,1)-fructosidasa, fructano β -1-exohidrolasa, fructano β -(2-6)-fructosidasa, fructano β -6-exohidrolasa, sacarosa 1-fructosiltransferasa, fructano 1-fructosiltransferasa, fructano 6-fructosiltransferasa, fructano 6G-fructosiltransferasa, levano
 30 fructosiltransferasa, exo- β -glucosaminidasa, α -N-acetilgalactosaminidasa, α -manosidasa II, β -xilosidasa, α -L-

iduronidasa, α -L-arabinosidasa, β -D-fucosidasa, α -L-arabinofuranosidasa, endo- α -L-arabinanasa, exo- α -1,3-galactanasa, β -D-xilosidasa, arabinoxilano α -L-arabinofuranohidrolasa, arabinoxilano arabinofuranohidrolasa-
 5 D3, exo- α -1,5-L-arabinanasa, endo- β -1,4-quitosanasa, exo- α -1,2-manosidasa, ER- α -manosidasa I, aril α -D-manosidasa, dextranasa, dextrano 1,6- α -isomaltotriosidasa, isopululanasa, exo- β -agarasa, β -1,4-galactanasa, β -xilosidasa, β -1,3-glucanasa, exo-glucano-1,3- β -glucosidasa, amilopululanasa, 4-
 10 α -glucanotransferasa, endo-N-acetilneuraminidasa, exo- α -glucosidasas, manosil-oligosacárido glucosidasa, maltosa (Glc- α -1,4-Glc) fosforilasa, trehalosa (Glc- α 1, α 1-Glc) fosforilasa, kojibiosa (Glc- α -1,2-Glc) fosforilasa, trehalosa 6-fosfato (Glc- α 1, α 1-Glc6P) fosforilasa, endo-dextranasa,
 15 cicloisomaltooligosacárido glucanotransferasa, α -glucuronidasa, β -xilosidasas, levansucrasa, β -fructofuranosidasa, inulosucrasa, glucansucrasa, dextransucrasa, alternansucrasa, mutansucrasa, reuteransucrasa, xiloglucanobiohidrolasa, oligoxiloglucano
 20 celobiohidrolasa, xiloglucano endo- β -1,4-glucanasa, xiloglucano hidrolasa, β -glucuronidasa, β -4-O-metilglucuronidasa, baicalina β -glucuronidasa, heparanasa, hialuronidasa, endo- β -1,4-quitosanasa, ι -carragenanasa, β -N-acetilhialuronidasa, endo- β -N-acetilglucosaminidasa, β -
 25 agarasa, α -N-acetilglucosaminidasa, exo- α -manosidasa, α -1,2-manosidasa, α -1,3-manosidasa, α -1,4-manosidasa, α -1,6-manosidasa, α -L-arabinofuranosidasa, celobiosa (Glc- β 1,4-Glc) fosforilasa, celodextrina ((Glc- β 1,4) n -1Glc; $n \geq 3$) fosforilasa, N,N'-diacetil quitobiosa (GlcNAc- β 1,4-GlcNAc)
 30 fosforilasa, 1,2- α -L-fucosidasa, endo- β -galactosidasa, endo- α -manosidasa, exo-glucosidasa I, exo-glucosidasa II,

transglicosilasa lítica B, peptidoglicano liasa, α -1,3-galactosidasa, β -galactosida fosforilasa, β -1,3-D-galactosil-D-hexososamina fosforilasa, β -1,4-D-galactosil-L-ramnosa fosforilasa, galacto-N-biosa fosforilasa, lacto-N-biosa I fosforilasa, galacto-N-biosa I fosforilasa, lacto-N-biosa I fosforilasa, α -glucuronidasa, (4-O-metil)- α -glucuronidasa, ácido β -glucosidasa, glucocerebrosidasa, α -1,3-L-(3,6-anhidro)-galactosidasa, β -L-arabinobiosidasas, β -L-arabinofuranosidasa, endo- β -1,4-glucanasa, metil 6-O-(α -D-manopiranosil)- β -D-manopiranosidasa, metil β -L-arabinofuranosidasa, endo- α -N-acetilgalactosaminidasa, exo- α -N-acetilgalactosaminidasa, exo- β -1,3-glucanasa, exo-1,6-glucanasa.

15 Ejemplos específicos de enzimas hidrolizantes de éster carboxílico incluyen acetilesterasa, aciltransferasa, glicolipasa, triacilglicerol lipasa de *Aspergillus Niger*, triacilglicerol lipasa de *Candida Antarctica*, triacilglicerol lipasa de levadura, triacilglicerol lipasa de *Trichoderma*
 20 *Longibrachiatum*, esterol esterasa, acilglicerol lipasa, hidrolasa de éster de cera, y monoterpeno épsilon-lactona hidrolasa.

En algunas realizaciones de la presente invención el
 25 estallido por vapor se usa para aumentar el acceso a los constituyentes vegetales de las enzimas. El estallido por vapor implica colocar los posos de café en un recipiente a presión y poner en contacto el contenido con vapor a temperaturas elevadas y superiores a la presión ambiental. El
 30 tratamiento de temperatura y presión es seguido por una rápida descompresión a niveles atmosféricos. Exponiendo el

contenido del recipiente a la atmósfera para que la presión en el interior del recipiente se libere instantáneamente sin enfriar el material vegetal de los posos de café que "explota" debido a la presión superior dentro del material vegetal. El estallido por vapor origina la rotura celular y la ampliación del tamaño de poros, que aumenta la superficie y hace que el interior de las células esté disponible para la acción enzimática.

10 Aunque los tamaños de las partículas del café molido pueden seleccionarse entre grandes intervalos, se desea generalmente un tamaño pequeño de partículas para obtener una gran superficie. El tamaño pequeño de partículas potencia en general la eficiencia enzimática. Los ensayos han demostrado
15 que los tamaños de partículas cada vez más pequeños, y la micropulverización inferior a 100 μm , proporcionan cada vez rendimientos mayores como pretratamiento de sustrato para la hidrólisis enzimática.

20 El grano de café molido puede molerse en dos o más etapas por molienda en seco o en húmedo. En consecuencia, puede producirse una primera molienda cuando se prepara el grano de café molido usado para la producción del primer extracto. Una segunda molienda puede realizarse como una molienda en húmedo
25 de los posos de café antes de la hidrólisis enzimática. La segunda molienda en húmedo puede ocurrir antes o después del estallido por vapor en función de las circunstancias. Resulta preferente una molienda en húmedo hasta un tamaño medio de partícula de 10 a 250 μm . La distribución del tamaño de
30 partículas acumuladas del poso de café en húmedo comprende aproximadamente el 90 % o más de las partículas comprendidas

por debajo de 150 μm , preferentemente por debajo de 100 μm y, en algunos casos, por debajo de 50 μm .

En general, cualquier equipo capaz de realizar una molienda en húmedo hasta el intervalo de tamaño de partículas requerido es aceptable y este puede incluir una combinación de dispositivos de rotor-estator, molinos que contienen elementos de molido, molinos de cono u otros dispositivos de cizallamiento, como dispositivos ultrasónicos y dispositivos de cavitación u homogeneizadores de alta presión. Además, para un tipo de equipo dado, el rendimiento y el tamaño de partículas de café resultante pueden variar mediante parámetros operativos, como velocidad de rotación, índice de producción de café, tamaño y forma de los elementos (por ejemplo, en una microfresadora), y clasificado por tamiz en un rotor/estator o dispositivo de cizallamiento similar. Se puede usar un molino rotor/estator, por ejemplo, Admix Boston Shearmill™ o Ross Model ME-430XS-6 (Charles Ross & Sons, Hauppauge NY, EE. UU.), para la etapa de molienda, aunque también son adecuados otros molinos, por ejemplo, molinos coloidales, tales como Charlotte SD-2 (Bradman-Lake, Charlotte NC, EE. UU.) o Dispx DRS-2000-5 (IKAUSA).

La separación y también la extracción del primer, segundo, o producto intermedio de extracto de los componentes sólidos puede realizarse mediante cualquier dispositivo adecuado, incluyendo un separador centrífugo, filtración por membrana, filtración de banda, o percolación. Un separador centrífugo preferente es una centrifugadora de decantación de dos fases. Las centrifugadoras de decantación adecuadas pueden obtenerse en GEA Westfalia.

La extracción de acuerdo con la etapa a) puede realizarse de acuerdo con un determinado procedimiento. En este procedimiento, el primer extracto puede producirse al proporcionar una mezcla de granos de café tostados y agua, 5 molienda de la mezcla de los granos de café tostados y agua en una cámara presurizada, y separación de la mezcla molida en un extracto de café líquido y posos de café.

La inmersión de los granos tostados en agua durante la 10 molienda produce una cantidad sustancial de componentes aromáticos volátiles solubles en agua que se disuelven en el agua y que aparecen en el extracto en lugar de liberarse al aire ambiente. Además, la cámara presurizada cerrada asegura que los componentes aromáticos volátiles solubles en agua no 15 salgan, y que los componentes lipófilos volátiles se mantengan en el mismo compartimento sin salir al entorno.

El uso de una cámara presurizada para la molienda de la mezcla de granos de café tostados y agua también reduce la 20 tendencia a la formación de espuma. Probablemente se deba al gas procedente de la liberación de CO_2 y al contenido proteico de los granos, que representa aproximadamente el 10 % en peso, el procedimiento de molido en húmedo puede producir la acumulación de espuma durante la molienda. La 25 formación de espuma puede dar lugar a que se detenga el procedimiento y a una limpieza laboriosa posterior del equipo. Una presión superior a la ambiente evita la liberación de burbujas de CO_2 y, por consiguiente, se reduce la formación de espuma.

30

El CO_2 puede almacenarse y usarse después para el control

del pH del agua de extracción.

Además, la combinación de la molienda y la primera extracción en una etapa única del procedimiento redujo la complejidad del procedimiento general. Por lo general, los granos de café tostados se muelen en una pieza de equipo y se extraen en otra. La combinación de la molienda y el procedimiento de extracción en una etapa única evitan el transporte entre diferentes lugares y la inversión de capital en instalaciones distintas. Además, se puede acortar el tiempo total del procedimiento cuando la mezcla de todos los granos de café tostados y agua se realice como un procedimiento en línea inmediatamente corriente arriba del procedimiento de molienda.

15

La preparación de café casero tradicional se realiza a una temperatura del agua en torno al punto de ebullición, es decir, 100 °C. En instalaciones industriales, la temperatura de extracción puede ser superior para obtener un mayor rendimiento. El uso de agua relativamente fría de acuerdo con la presente invención evita que los compuestos aromáticos se degraden. Muchos componentes aromáticos tienden a reaccionar con agua u otros compuestos en la mezcla acuosa. Los productos de reacción producen una experiencia sensorial de naturaleza incierta.

25

En algunas realizaciones, la extracción a baja temperatura a 80 °C o menos, incluyendo de forma opcional un producto intermedio por explosión por vapor, produce en sí un rendimiento sorprendentemente alto de hasta el 50 %. Dicho procedimiento puede encontrar su uso también en la

30

elaboración casera de café, así como en la preparación semi-
y profesional de café (equipos de cafetería y automatizados).
El procedimiento producirá un extracto listo para su consumo
fabricado en un dispositivo que puede tratar el tamaño de
5 partículas, presión requeridos etc. Un dispositivo de consumo
de este tipo ofrecerá al usuario un mayor rendimiento y
calidad con respecto a las cafeteras domésticas comunes. Esto
originará un menor consumo de granos de café, así como un
ahorro energético mientras la temperatura del agua sea de
10 80 °C o menos. Un beneficio derivado sería que los
consumidores reducen el riesgo de quemaduras.

De acuerdo con este aspecto de la invención, se usa una
temperatura inferior del agua, tal como una temperatura igual
15 o inferior a 60 °C, convenientemente por debajo de 50 °C para
obtener una disminución en la tendencia de la reacción de los
componentes aromatizantes y una presión de vapor inferior de
los componentes volátiles. Para evitar el calentamiento del
agua antes de la mezcla, la temperatura puede ser la del agua
20 corriente. Alternativamente, el agua se calienta levemente
hasta aproximadamente la temperatura ambiente.

El uso de bajas temperaturas da lugar a una producción
reducida de furfurales (por la presente también 5-HMF) y
25 otros productos de descomposición con un sabor desagradable.
Aunque la extracción se realiza preferentemente a
temperaturas por debajo de 80 °C, en general, la primera
etapa de extracción se realiza a una temperatura en el
intervalo de 10-80 °C. Preferentemente, la extracción se
30 realiza de 15 °C a 45 °C, más preferentemente a temperatura
ambiente, para evitar que la temperatura del agua contribuya

a la producción de productos de descomposición.

La primera extracción conlleva, generalmente, que la mezcla molida se mantenga en la cámara presurizada durante 5 min a 2 horas o más antes de la separación para obtener una extracción suficiente de componentes solubles. El tiempo específico usado para la extracción depende de una serie de factores, incluyendo la temperatura, el tamaño de partículas de los granos tostados, la relación agua a grano, el caudal de agua, el gradiente de concentración, etc.

La mezcla de los granos tostados y agua, y la molienda de esta mezcla pueden ocurrir en compartimentos separados y a diferentes presiones. En un aspecto de la invención, la mezcla se realiza a presión ambiente, mientras que la molienda se realiza en un compartimento presurizado. No obstante, en una realización preferente tanto la mezcla de café tostado como agua se produce en una cámara presurizada. La presión de la cámara de mezcla y de la cámara de molienda puede ser diferente, aunque está básicamente de modo adecuado al mismo nivel. En un aspecto de la invención, la presión durante la etapa de molienda es de 50 kPa o más, preferentemente 100 kPa o más.

La mezcla de los granos de café tostados y agua puede ocurrir como una etapa de procedimiento en línea inmediatamente antes de la molienda de la mezcla. La mezcla en línea asegura una manipulación eficaz y un tiempo de procedimiento breve.

30

Durante la etapa de mezcla y de molienda de la presente

invención, se libera CO₂. El CO₂ liberado puede purgarse fuera de la cámara de mezcla o de la cámara de molienda. No obstante, en un determinado aspecto, resulta preferente que una cantidad importante de CO₂ liberado de los granos de café
5 tostados durante las etapas del procedimiento de mezcla y/o molienda se mantenga junto con la mezcla del extracto de café tostado y agua. En un aspecto preferente, se mantiene prácticamente la cantidad total de CO₂ en la cámara de molienda durante el procedimiento de molienda. Se cree que
10 esto puede mejorar el resultado final con respecto a la recuperación aromática aparte de mejorar el rendimiento.

Tras el procedimiento de molienda, la presión de la mezcla molida se reduce. Adecuadamente, la presión se reduce
15 a la presión ambiente. Mediante la reducción de la presión, el CO₂ y otros componentes volátiles pueden recogerse o verterse en el entorno. En una determinada realización, el gas liberado por la reducción de la presión pasa por un dispositivo de captura de congelación para recoger los
20 componentes volátiles. La reducción de la presión puede realizarse antes, simultáneamente o después de una reducción de la temperatura, en caso necesario. La temperatura, en caso necesario, puede reducirse entre 0 y 30 °C antes de la etapa de separación.

25

En algunos aspectos, el primer extracto de café se usa sin modificar en procedimientos posteriores en forma líquida o seca. En otros aspectos, el extracto de café líquido se separa adicionalmente en un extracto de café acuoso y aceite
30 de café.

El primer extracto de café puede secarse en un producto de café instantáneo, después de combinarse opcionalmente con otros extractos de café. El secado puede producirse mediante secado por pulverización o liofilización convencional.

5

Ejemplos

Ejemplo 1

Efecto del surfactante en la extracción

10 Los granos de café robusta tostados y molidos (250 g) con un tamaño medio de partícula de 400 μm se extrajeron en primer lugar con agua caliente (4.000 ml en total) a una temperatura de 60 °C durante dos ciclos hasta un rendimiento de extracción combinado del 31 % (± 1 %). Los posos de café
15 drenados se molieron hasta un tamaño medio de partícula de 100 μm y se cargaron en un autoclave junto con agua (2.000 ml). El autoclave se selló y se calentó a 130 °C mientras se agitaba durante 10 minutos para esterilizar los posos. A continuación, la mezcla se enfrió a 50 °C y se añadieron al
20 mismo tiempo 10 g de enzima celulasa GEA n.º 17 (pueden recuperarse pequeñas muestras previa solicitud). La hidrólisis enzimática se inició durante la noche (16 horas) a 65 °C mientras se agitaba. La mezcla se calentó a continuación a 150 °C durante 25 minutos, se enfrió a
25 temperatura ambiente, y se drenaron los posos de café para obtener 2.450 g de extracto de café con un contenido en sustancia seca de 2,94 %. El rendimiento combinado de todas las extracciones suma el 57 %.

30 Los granos de café robusta tostados y molidos (250 g) se extrajeron en primer lugar con agua caliente (4.000 ml en

total) durante dos ciclos hasta un rendimiento combinado del 31 % (± 1 %). Los posos de café drenados se molieron hasta un tamaño medio de partícula de 100 μm y se cargaron en un autoclave junto con agua (2.000 ml). El autoclave se selló y se calentó a 130 °C mientras se agitaba durante 10 minutos para esterilizar los posos. A continuación, la mezcla se enfrió a 50 °C y se añadieron 10 g de enzima celulasa GEA n.º 17 junto con el tensioactivo TWEEN20 (2,0 g). La hidrólisis enzimática se inició durante la noche (16 horas) a 65 °C mientras se agitaba. La mezcla se calentó a continuación a 150 °C durante 25 minutos, se enfrió a temperatura ambiente, y se drenaron los posos de café para obtener 2.842 g de extracto de café con un contenido en sustancia seca de 3,51 %. El rendimiento combinado de todas las extracciones asciende sorprendentemente al 68 %, considerando las temperaturas leves usadas.

Ejemplo 2

Preparación de tensioactivos derivados del café

Los tensioactivos derivados del café se produjeron con enzimas lipasa que trabajan con aceite de café y fragmentos de carbohidratos solubles en agua de café. El procedimiento de ensayo se dividió en tres fases:

Fase 0: Se desintegró la materia prima (200 g de posos de café robusta comercial) en una mezcladora con agua desmineralizada (500 g) durante 10 minutos y se filtró. El tamaño de partículas de los posos lavados y desintegrados se midió para que fuese de 50-100 μm .

30

Fase 1: Los posos desintegrados y lavados procedentes de

Fase 2: A una mezcla bifásica del filtrado procedente de la fase 1 (30 g) y aceite de café (2,0 g) obtenido de una fuente comercial se añadió una enzima lipasa (400 mg) de los tipos enumerados a continuación y la mezcla se agitó mediante agitación magnética a 50 °C durante 14 horas. Las capas lipídica y acuosa se separaron, y esta última se eliminó y se filtró.

a) enzima lipasa GEA n.º 25

b) Dupont LysoMaxOil (enzima de cocción)

20

Fase 3. A cada filtrado (14 g) se añadió posos de café robusta (7,4 g) preparados como se describe en la fase 0, y una pequeña dosis de la enzima celulasa GEA disponible comercialmente n.º 21 (25 mg), y las mezclas resultantes se agitaron a 50 °C durante 24 horas. Posteriormente, la mezcla se calentó a 150 °C durante 25 minutos y se enfrió a temperatura ambiente para desactivar la enzima. Se recuperó un filtrado y se midió la cantidad de materia soluble:

	Muestra de referencia (sin lipasa)	rendimiento
30	del 9 %	
	a) enzima lipasa GEA n.º 25	rendimiento del

17 %

b) Dupont LysoMaxOil (enzima de cocción) rendimiento
del 14 %

5 Los ejemplos muestran que tratar el aceite de café con
una enzima lipasa en presencia de fragmentos de carbohidratos
de café produce sustancias que tienen un efecto positivo en
el rendimiento de la materia soluble en la posterior
hidrólisis de la celulasa de los posos de café.

10

Ejemplo 3

El siguiente ejemplo muestra cómo puede obtenerse un
rendimiento de extracción relativamente alto a temperaturas
15 relativamente bajas.

Se molieron granos de café tostados (400 g, TS 95,05 %, 380 g en peso seco) en un molinillo de café comercialmente disponible hasta un tamaño medio de partícula de 400 µm. Los
20 granos de café tostados y molidos se transfirieron entonces a un contenedor junto con 1.000 ml de agua (25 °C). La lechada se mezcló completamente, y transcurridos dos minutos, la lechada se transfirió a una columna de extracción, provista de un filtro de 300 µm en un extremo. Se extrajeron
25 partículas sólidas solubles de los granos al bombear agua (25 °C) a través de la columna, hasta que el grado Brix del efluente era de 0,5. El volumen recogido era de 2.777 ml y la cantidad de partículas sólidas disueltas era de 3,56 %, lo que corresponde a un rendimiento del 98,86 g o 26 %.

30

Posteriormente se retiraron los posos de café de la

columna y se transfirieron junto con agua (2.000 ml) a un recipiente capaz de soportar una presión elevada y una temperatura elevada. La válvula inferior del recipiente estaba equipada con un tubo metálico conectado a un ciclón, de modo que la presión elevada en el interior del recipiente pudiese liberarse en el ciclón. El contenedor se estanqueizó, y la temperatura se elevó a 140 °C mientras la lechada se agitaba. Tras haber pasado 60 minutos a 140 °C, se abrió la válvula inferior para permitir que la lechada saliese por el ciclón. La repentina caída de presión provoca una explosión por vapor que afecta a las células en los posos de café y parece mejorar el rendimiento.

Los posos de café se extrajeron posteriormente con agua (65 °C) hasta que el grado Brix del efluente era 0,1. El volumen recogido de extracto en esta etapa era de 5.283 ml y la cantidad de partículas sólidas disueltas era de 1,33%, lo que corresponde a 70,3 g. El rendimiento de extracción total de las dos etapas de extracción combinadas es de 169 g o 44 %.

Los posos de café se lavaron adicionalmente con agua (65 °C) hasta que el grado Brix del agua de lavado era 0. Esta agua de lavado no contiene apenas rendimiento, y, por lo tanto, se desechó. Los posos de café se dividieron finamente en un mezclador de grado cocina hasta un tamaño medio de partícula de 50 µm y se transfirieron junto con 2.000 ml de agua a un contenedor caliente. Se añadió al mismo tiempo una mezcla de enzimas: enzima hidrolizante GEA n.º 42 (4,00 g). La lechada se mantuvo pues a 50 °C mientras se agitaba durante 18 horas y se centrifugó posteriormente.

Lo anterior suma un total de tres extractos con los rendimientos descritos en la siguiente tabla.

N.º de extracto	Peso de extracto	% TS en el extracto	Partículas sólidas extraídas	Rendimiento acumulado (gramos)	% de rendimiento o acumulado
Extracto 1	2.777 g	3,56	98,9 g	98,9 g	26 %
Extracto 2	5.283 g	1,33	70,3 g	169 g	45 %
Extracto 3	3.971 g	2,04	77,2 g ¹⁾	246 g	65 %
1) Tenga en cuenta que se han sustraído 4,0 g de enzima agregada de las partículas sólidas extraídas					

5 El rendimiento total del 65 % es sorprendentemente alto considerando las bajas temperaturas usadas.

Ejemplo 4

10 Se molió un lote de 250 g de granos de café robusta tostados con un contenido en partículas sólidas de 240 g (96 %) hasta un tamaño medio de partícula de 400 µm y se agitó en 750 g de agua desionizada a temperatura ambiente durante 60 min.

15 La mezcla se filtró en un embudo de Büchner, y la torta de filtración se lavó con 500 g de agua desionizada. Después de la evaporación de los filtrados combinados, el contenido de partículas sólidas totales era de aproximadamente 48 g, lo
20 que corresponde al 20 % del lote inicial.

La torta de filtración lavada se suspendió en 1.000 g de agua desionizada y se transfirió a una cámara de presión. Con agitación mecánica interna, la mezcla se calentó a 140 °C durante 90 minutos, y el vapor explotó en un ciclón.

5

La mezcla se filtró en un embudo de Büchner, y la torta de filtración se lavó con 1.000 g de agua desionizada. Después de la evaporación de los filtrados combinados, el contenido de partículas sólidas totales era de
10 aproximadamente 48 g, lo que corresponde a otro 20 % del lote inicial, dando como resultado un rendimiento acumulado del 40 %.

El 60% restante de la torta de filtración se transfirió
15 a un vaso de precipitados y se añadió agua desionizada a un volumen total de 1.400 ml. Esta mezcla se homogeneizó en un mezclador de alta cizalla Turrax T 18 durante 60 min hasta un tamaño medio de partícula inferior a 100 µm y un contenido en partículas sólidas secas del 16 %.

20

Se sometió a tratamiento enzimático una muestra de 50 g de esta mezcla (8 g de partículas sólidas totales). Basándose en las partículas sólidas secas en esta muestra se usó una dosificación total al 1,9 % de enzima hidrolizante GEA n.º 42
25 (pueden recuperarse pequeñas muestras previa solicitud) en tres etapas.

Etapas 1:

30

La muestra se agitó con 45 g de agua desionizada durante 1 min y se centrifugó a 4.500 rpm durante 4 min. Se eliminó

el sobrenadante, y el procedimiento se repitió para eliminar más sustancias solubles y partículas finas. Los sobrenadantes combinados se evaporaron para dar 688 mg de partículas sólidas secas (8,5 % de la muestra de 50 g).

5

La muestra lavada se suspendió en 50 g de agua desionizada, y a esta mezcla se le añadió una carga de enzima hidrolizante GEA n.º 42 (32 mg) al 0,42 %. La mezcla se selló, se agitó a 50 °C durante 12 horas y se centrifugó a 10 4.500 rpm durante 4 min.

El sobrenadante se eliminó y el residuo se agitó con 40 g de agua desionizada durante 1 min y se centrifugó a 4.500 rpm durante 4 min. Se repitió el lavado con 40 g adicionales 15 de agua desionizada para eliminar las sustancias más solubilizadas y las partículas finas formadas por las enzimas. Los sobrenadantes combinados se evaporaron para dar 1,84 g de partículas sólidas (23 % de las partículas sólidas de la muestra de 50 g).

20

Etapla 2:

El residuo procedente de la etapa 1 se suspendió en 50 g de agua desionizada, y a esta mezcla se le añadió una carga 25 de enzima hidrolizante GEA n.º 42 (46 mg) al 0,58 %. La mezcla se selló, se agitó a 50 °C durante 12 horas y se centrifugó a 4.500 rpm durante 4 min.

El sobrenadante se eliminó y el residuo se agitó con 40 30 g de agua desionizada durante 1 min y se centrifugó a 4.500 rpm durante 4 min. Se repitió el lavado con 40 g adicionales

de agua desionizada para eliminar las sustancias más solubilizadas y las partículas finas formadas por las enzimas. Los sobrenadantes combinados se evaporaron para dar 1,44 g de partículas sólidas (18 % de las partículas sólidas de la muestra de 50 g).

Etapas 3:

El residuo procedente de la etapa 2 se suspendió en 50 g de agua desionizada, y a esta mezcla se le añadió una carga de enzima hidrolizante GEA n.º 42 (72 mg) al 0,90 %. La mezcla se selló, se agitó a 50 °C durante 12 horas y se centrifugó a 4.500 rpm durante 4 min.

El sobrenadante se eliminó y el residuo se agitó con 40 g de agua desionizada durante 1 min y se centrifugó a 4.500 rpm durante 4 min. Se repitió el lavado con 40 g adicionales de agua desionizada para eliminar las sustancias más solubilizadas y las partículas finas formadas por las enzimas. Los sobrenadantes combinados se evaporaron para dar 1,44 g de partículas sólidas (18 % de las partículas sólidas de la muestra de 50 g).

El rendimiento combinado de la muestra de 50 g era de 67,5 % en tres etapas, lo que corresponde al 40,5 % de los granos de café tostados iniciales y proporciona un rendimiento total sorprendentemente del 80,5 %.

Ejemplo 5

30

Se extrajo un lote de 250 gramos de granos de café

robusta tostados y molidos, se explotó por vapor y se preparó para el tratamiento enzimático de acuerdo con el procedimiento descrito en el ejemplo 4, proporcionando fragmentos solubles con un rendimiento total del 46,5 %.

5

Del material insoluble restante, se transfirieron 20,12 g (2,37 g de peso en seco) a una celda de filtración por membranas Millipore Amicon de 50 ml equipada con una membrana de ultrafiltración Alfa Laval UFX 10 pHT de 10 kDa. La celda se cargó adicionalmente con una mezcla de enzima hidrolizante GEA n.º 42 (17 mg), y una solución tampón citrato sódico (pH 4,50, 25 mM, 45 g). Un tanque de suministro que contiene una solución tampón citrato sódico en exceso (pH 4,50, 25 mM) se conectó a la celda de filtración. La mezcla en la celda se agitó y se calentó a 50 °C, y se aplicó una presión de 100 kPa al tanque de suministro, obligando a la solución tampón a fluir de forma continua desde el tanque de suministro a la celda y pasar por la membrana con fragmentos solubles formados por las enzimas. Durante un periodo de 12 horas, se recogió un total de 855 g de material permeato como una solución transparente, de los cuales 63 g se transfirieron a una segunda celda de filtración por membranas Millipore Amicon equipada con una membrana de nanofiltración DOW FILMTEC NF-270 de 300 kDa. La solución se agitó y se aplicó una presión de 400 kPa, obligando al citrato sódico disuelto a pasar por la membrana aunque reteniendo los fragmentos solubles formados por las enzimas.

Las partículas sólidas solubilizadas totales obtenidas a partir del material retenido y lavando los posos de café eran de 1,2 g, el 50,5 % del material transferido a la celda.

Esto corresponde a un rendimiento total del 73,5 %
basado en las partículas sólidas secas en el café tostado y
molido, y además reduce la dosificación enzimática de 1,9 % a
0,5 % en comparación con el ejemplo 4. Este rendimiento fue
5 bastante sorprendente considerando la dosificación enzimática
mínima usada.

1. Un procedimiento para la producción de un producto de
café instantáneo de alto rendimiento, que comprende las
5 etapas de

a) extracción de granos de café tostados y molidos con
agua con una temperatura de 80 °C o menos, para producir
un primer extracto y posos de café,

b) adición de agua a los posos de café para producir una
10 suspensión acuosa,

c) hidrolización de la suspensión acuosa usando una
enzima hidrolizante para producir un segundo extracto y
restos,

d) adición del primer extracto al segundo extracto,
15 opcionalmente después de la concentración y/o el secado
del segundo extracto, para obtener un extracto combinado,
y

e) secado del extracto combinado para obtener un producto
de café instantáneo.

20

2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la
etapa de extracción a) se realiza a una temperatura en el
intervalo de 10-80 °C.

25 3. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la
etapa de extracción a) se realiza en un intervalo temporal de
5 min a 2 horas.

4. El procedimiento según una cualquiera de las
30 reivindicaciones 1 a 3, en el que la enzima hidrolizante se
selecciona entre enzimas hidrolizantes de carbohidratos o

enzimas hidrolizantes de ésteres carboxílicos o cualquier combinación de tales enzimas.

5. El procedimiento según la reivindicación 4, en el que la
5 etapa de hidrólisis c) se realiza en una suspensión acuosa de posos de café a una temperatura en el intervalo de 40-80 °C, a pH 4-7 y/o en un intervalo temporal de 1-16 horas.

6. El procedimiento según una cualquiera de las
10 reivindicaciones 1 a 5, en el que un agente auxiliar está presente durante la etapa de hidrólisis c).

7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que el agente auxiliar es un tensioactivo derivado del café.

15

8. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el agente derivado del café es un tensioactivo que puede obtenerse por

i. digestión de los posos de café con una enzima
20 hidrolizante de carbohidratos para obtener fragmentos de carbohidratos, y

ii. adición a los fragmentos de carbohidrato de un aceite de café y una enzima hidrolizante de éster carboxílico en condiciones que permitan la
25 transesterificación.

9. El procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la enzima hidrolizante de carbohidratos se selecciona entre el grupo que comprende celulasa, xilanas, hemicelulosa o cualquier combinación de estas enzimas.
30

10. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la enzima hidrolizante de éster carboxílico se selecciona entre esterasa, lipasa o cualquier combinación de las mismas.

5

11. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que el aceite de café se deriva de granos de café verde, café tostado y molido o extractos de posos de café.

10

12. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el tensioactivo derivado del café se obtiene *in situ* durante la etapa de hidrolización mediante la adición a la suspensión acuosa de una enzima hidrolizante de éster carboxílico y opcionalmente aceite de

15

café.

13. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones, en el que los posos de café se pretratan antes de la hidrólisis enzimática.

20

14. El procedimiento según la reivindicación 13, en el que el pretratamiento implica

- la adición de agua a los posos de café,
- el estallido por vapor de los posos de café, y
- la separación en un producto intermedio de extracto y posos de café pretratados.

25

15. El procedimiento según la reivindicación 14, en el que el producto intermedio de extracto, en la condición en que se encuentra, concentrado y/o seco, se añade al extracto

30

combinado.

16. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 14 o 15, en el que el estallido por vapor se realiza en el intervalo de temperatura de 50-170 °C, a una presión de 0,1 a 10 bares durante 0,1 a 5 horas.

17. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, en el que el pretratamiento comprende un régimen de temperatura que comprende en cualquier orden

- un periodo de tratamiento a baja temperatura en el intervalo de temperatura de 25 a 150 °C durante de 1 min a 24 horas, y
- un periodo de tratamiento a alta temperatura en el intervalo de temperatura de 100 a 200 °C durante de 1 min a 24 horas.

18. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 14-17, en el que los posos de café pretratados se someten a una etapa del procedimiento de lavado antes de la hidrólisis enzimática.

19. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 18, en el que, después de la hidrólisis, el segundo extracto es post-tratado ya sea por

- calentamiento a una temperatura superior a 70 °C en un tiempo suficiente para inactivar la enzima, normalmente a 120 °C durante 10-30 min, o
- filtración por membrana para eliminar la enzima, que opcionalmente vuelve a usarse en la etapa (c).

20. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en el que los posos de café se dividen finamente a un tamaño medio de partícula en el intervalo de 2-1.000 μm , preferentemente a 30-500 μm antes del tratamiento enzimático.

21. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20, en el que el rendimiento de las partículas sólidas totales en el producto de café instantáneo, basado en la cantidad de granos de café tostados y molidos, es del 65 % en peso o más.

22. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21, en el que el rendimiento de las partículas sólidas totales en el producto de café instantáneo, basado en la cantidad de granos de café tostados y molidos, es del 70 % en peso o más.

23. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 22, en el que el rendimiento de las partículas sólidas totales en el producto de café instantáneo, basado en la cantidad de granos de café tostados y molidos, es del 75 % en peso o más.

25

24. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 23, en el que el extracto es un filtrado por membranas para reciclar el material permeado acuoso para volver a usarlo en el procedimiento.

30

25. El procedimiento según una cualquiera de las

reivindicaciones 1 a 24, en el que el primer extracto se concentra en una forma que conserve el aroma, tal como una concentración por congelación.

- 5 26. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1-25, en el que los granos de café antes de la etapa de extracción a) se dividen a un tamaño medio de partícula en el intervalo de 0,2-5 mm, preferentemente inferior a 0,5 mm.

**PRODUCCIÓN DE UN PRODUCTO DE CAFÉ INSTANTÁNEO DE ALTO
RENDIMIENTO**

5

En la presente memoria se desvela un procedimiento de producción de un producto de café instantáneo de alto rendimiento, que comprende las etapas de: extraer granos de café tostados y molidos con agua con una temperatura de 80 °C
10 o menos, para producir un primer extracto y posos de café, añadir agua a los posos de café para producir una suspensión acuosa, hidrolizar la suspensión acuosa usando una enzima hidrolizante para producir un segundo extracto y restos, añadir el primer extracto al segundo extracto, opcionalmente
15 después de la concentración y/o del secado del segundo extracto, para obtener un extracto combinado, y secar el extracto combinado para obtener un producto de café instantáneo. El alto rendimiento se obtiene debido a la reducción de las sustancias inhibidoras de enzimas.