

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 091**

51 Int. Cl.:

C08B 37/18 (2006.01)

C08B 37/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2010** **PCT/EP2010/001502**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.09.2010** **WO10102806**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2010** **E 10708507 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019** **EP 2406292**

54 Título: **Procedimiento de obtención de inulina de plantas**

30 Prioridad:

13.03.2009 EP 09155130

13.03.2009 US 159913 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.02.2020

73 Titular/es:

BAYER CROPSCIENCE AG (100.0%)

Alfred-Nobel-Straße 50

40789 Monheim am Rhein, DE

72 Inventor/es:

LAUFENBERG, GÜNTHER y

MEUSER, FRIEDRICH

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 745 091 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

Procedimiento de obtención de inulina de plantas

La presente invención se refiere a un procedimiento para obtener inulina de plantas.

5 En décadas recientes, La demanda de alimentos que contienen menos grasas y materias primas más naturales ha aumentado considerablemente. Como sustituto de las grasas, ya se han propuesto muchas sustancias, como productos a base de carbohidratos o proteínas, o sustitutos de grasas sintéticas, tales como poliésteres de azúcares de ácidos grasos. Sin embargo, estos siempre tienen desventajas, tales como la baja estabilidad al calor, "sensación en la boca" insatisfactoria o un efecto no deseado en los seres humanos o el medio ambiente.

10 Se sabe desde hace bastante tiempo que la inulina es adecuada para su uso en alimentos. Debido a los bajos valores de energía disponibles para los seres humanos de inulina, el uso de inulina como sustituto de grasa asegura una gran disminución en el valor calorífico del producto final. Adicionalmente, la inulina se usa como aditivo prebiótico y fibra dietética en los alimentos.

15 La inulina se extrae de las plantas con agua tibia o caliente en la técnica anterior. La extracción es un procedimiento de separación en el que ciertos componentes se extraen de mezclas sólidas o líquidas de materia utilizando disolventes (extractantes) adecuados (Römpp Lexikon der Chemie [Léxico de Química de Römpp], extracción de palabras clave, décima edición, Thieme Verlag, 1997).

20 La extracción de inulina de las raíces de achicoria es el procedimiento comercialmente más importante para obtener inulina. Las técnicas adecuadas para aislar la inulina de las raíces de achicoria comprenden, por ejemplo, triturando raíces de achicoria y extrayendo la inulina con agua caliente del material triturado. Los procedimientos más variados para producir inulina a partir de fuentes vegetales, incluyendo extracción, purificación y fraccionamiento, ya se han desvelado.

Los documentos WO 1999037686 A1, DE 4316425, EP-A 627490 y US 2002098272 describen la extracción de inulina de raíces de achicoria con agua caliente, es decir, agua calentada y mantenida a más de 70 °C, o agua hirviendo.

25 El documento WO 2007128559 describe un procedimiento para obtener inulina en el que se trituran raíces de alcachofa, mediante el tratamiento de las raíces trituradas con agua caliente se obtiene un extracto, la inulina se precipita del extracto y la inulina se vuelve a precipitar al menos una vez.

30 El documento US 2.555.356 describe un procedimiento para obtener inulina de alcachofa de Jerusalén en el cual se trituran los tubérculos de alcachofa de Jerusalén, se extrae un jugo que contiene inulina de los tubérculos triturados y el jugo se almacena durante 24 horas o más a aproximadamente 0 °C para cristalizar en el jugo la inulina que está presente en forma disuelta.

El objeto de la presente invención fue, entre otras, proporcionar un procedimiento alternativo para obtener inulina de las plantas. Este objeto se logra mediante el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1. Las subreivindicaciones se refieren a realizaciones especiales del procedimiento según la invención.

35 La presente invención se refiere a un procedimiento para obtener inulina, que comprende:

- a) triturar finamente el material vegetal que contiene inulina, en el que se generan tamaños de partícula del material vegetal de 500 µm o menos que son más pequeños que el tamaño de las células vegetales que contienen inulina,
- 40 b) suspender el material vegetal finamente triturado en un líquido acuoso con un contenido de agua de al menos 50 por ciento en volumen (% en volumen), a una temperatura en un intervalo de 5 a < 60 °C, en el que la inulina se libera del material vegetal y se suspende en forma de partículas en el líquido,
- c) separar las partículas vegetales del líquido, en el que la inulina que está suspendida en forma de partículas permanece en el líquido,
- d) separar la inulina que está suspendida en forma de partículas del líquido.

45 El procedimiento según la invención se distingue de la extracción convencional de la técnica anterior en que la inulina que se obtiene como producto del procedimiento se suspende en el líquido y no se disuelve. La inulina que se obtiene como producto en el curso de etapas adicionales del procedimiento se aísla en forma de partículas de la planta. En la extracción convencional, que se describe, por ejemplo, en los documentos WO 1999037686 A1, DE 4316425, EP-A 627490 y US 2002098272, la inulina contenida en la planta se extrae del material vegetal cuantitativa o virtualmente cuantitativamente usando un extractor líquido y la inulina se obtiene posteriormente de la solución. En 50 contraste con el documento US 2.555.356, la inulina no se cristaliza primero enfriando un jugo de planta previamente prensado en el que la inulina está presente en forma disuelta, pero ya se libera del material vegetal finamente triturado en forma de partículas no disueltas añadiendo un líquido.

La expresión "inulina", en el contexto de la presente invención, se toma como un polifructano, cuyas moléculas

consisten en una cadena ligada beta-2-1 de moléculas de fructosa.

Preferentemente, pero no obligatoriamente, esta cadena tiene una unidad reductora de alfa-D-glucosa al final de la misma. La inulina según la invención es una mezcla polidispersa de moléculas de diferente longitud de cadena.

5 El material vegetal que se usa en el procedimiento según la invención puede originarse en todas las plantas que contienen inulina, tales como, por ejemplo, de plantas del género *Cynara*, tal como alcachofa (alcachofa de globo, *Cynara scolymus*, recientemente asignada también a la especie *Cynara cardunculus* L.), cardos (*Cynara cardunculus* L.) achicoria (*Cichorium intybus*), alcachofa de Jerusalén (*Helianthus tuberosus*), dalia (*Dalia*) o diente de león (*Taraxacum*).

10 La expresión "material vegetal" comprende no solo plantas enteras que contienen inulina, sino también partes de plantas que contienen inulina, tales como, por ejemplo, raíces, tubérculos, tallos, flores, hojas. Cuando el material vegetal se menciona más adelante en el presente documento, se entiende el material vegetal que contiene inulina.

En una realización del procedimiento de acuerdo con la invención, el material vegetal consiste en raíces de plantas, preferentemente raíces de alcachofa (*Cynara cardunculus* o *Cynara scolymus*) o achicoria (*Cichorium intybus*).

15 La expresión "triturado fino" significa que, al final del procedimiento de triturado, el material vegetal alcanza tamaños de partícula que son más pequeños que el tamaño de la célula vegetal que contiene inulina. Esto logra una rotura celular y accesibilidad de la inulina que se almacena en las células de la planta. Un valor guía para el tamaño de partícula buscado es un tamaño de partícula de 500 micrómetros o menos (≤ 500 micrómetros), preferentemente 400 micrómetros o menos (≤ 400 micrómetros), aún más preferentemente 300 micrómetros o menos (≤ 300 micrómetros), y, lo más preferentemente hasta 200 micrómetros o menos (≤ 200 micrómetros), en el que este valor
20 puede diferir dependiendo del tipo de material vegetal utilizado y debe coincidir de acuerdo con el tamaño de las células vegetales que contienen inulina.

Para el presente procedimiento no es necesario que las células vegetales que contienen inulina se rompan cuantitativamente. Es decir, después del triturado fino, pueden estar perfectamente presentes partículas más grandes. Sin embargo, se hacen intentos para hacer que la proporción de células vegetales rotas sea lo más grande
25 posible para lograr un rendimiento de inulina lo más alto posible.

Ventajosamente, el material vegetal, antes del triturado fino, está libre de impurezas adherentes, por ejemplo, por lavado intensivo con agua, en la que, en el caso de las raíces de alcachofa, también se puede utilizar un limpiador de alta presión. En el caso de las raíces, el lavado también puede realizarse en el estado congelado de las raíces para mantener la pérdida de masa de material de raíz lo más baja posible.

30 El material vegetal se puede triturar en una pluralidad de etapas, de grueso a fino, y por medio de todos los dispositivos que son familiares para los expertos en la materia. Las raíces se pueden pretriturar primero de forma gruesa, por ejemplo, cortando.

Para más triturado, se da preferencia a las trituradoras, cosechadoras de forraje, laminadores o granuladores, en el que un granulador Rotoplex 28/40 o RO20/12 (escala de planta piloto) de Hosokawa/Alpine está particularmente
35 probado. Cuando las raíces de alcachofa (*Cynara Cardunculus*, *Cynara Scolymus*) se usan como material vegetal, el producto obtenido es un material radicular triturado en forma de piezas generalmente fibrosas.

El triturado fino final puede proceder haciendo puré el material vegetal. El puré se puede hacer en dispositivos convencionales, en los que se ha demostrado que un desintegrador RA-12 Ultra Turrax o Rietz de Hosokawa es particularmente ventajoso. El puré procede preferentemente con la adición de líquido, como por ejemplo agua, en el
40 que la cantidad de líquido se establece preferentemente de tal manera que se obtiene un puré que fluye libremente. La relación en peso de líquido a material vegetal es, por ejemplo, en el intervalo de 0,8/1 - 6/1.

Si, durante la formación del puré del material vegetal, se añade líquido como, por ejemplo, agua, el triturado fino y la suspensión del material vegetal finamente triturado en el líquido se realiza en una sola etapa. En principio, el
45 triturado fino y la suspensión pueden proceder sucesivamente no añadiendo el líquido o al menos la mayoría del líquido hasta después del triturado fino.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el procedimiento según la invención se distingue de la extracción convencional de la técnica anterior en que la inulina que se obtiene como producto del procedimiento, en la suspensión del material vegetal finamente triturado, se suspende en el líquido y no se disuelve en el mismo. El
50 procedimiento no está restringido a ciertos rendimientos. Por lo tanto, además, solo una proporción relativamente pequeña de la inulina liberada de la planta puede suspenderse en el líquido y obtenerse como producto después de llevar a cabo las etapas adicionales del procedimiento.

La expresión "suspender" en la presente invención significa que se produce una suspensión que finalmente comprende material vegetal (partículas vegetales) finamente triturado, inulina liberada del material vegetal y un
55 líquido. La expresión "suspensión" designa una mezcla heterogénea de materia de un líquido y sólidos no disueltos finamente distribuidos en el mismo, en el que el sólido en este caso comprende material vegetal finamente triturado

e inulina liberada del material vegetal. El material vegetal finamente triturado puede comprender células vegetales que no se rompieron durante el triturado fino y en las que está presente la inulina que no se libera. La inulina que se libera del material vegetal y se suspende está presente en forma de partículas. De acuerdo con la invención, parte de la inulina puede pasar a la solución, en particular, inulina de cadena corta. La inulina que finalmente se obtiene como producto del procedimiento, sin embargo, está presente en forma no disuelta en las etapas b), c) y d) del procedimiento como partículas suspendidas. Las partículas de inulina pueden ser cristalinas.

El material vegetal (las partículas vegetales) finamente triturado se mezclan intensamente con el líquido para liberar la inulina. La liberación de la inulina de las partículas vegetales o de las células vegetales alteradas también puede describirse como elución o lavado. Para ello, en la etapa del procedimiento b) se añade líquido al material vegetal finamente triturado. Para la mezcla se puede usar, por ejemplo, un agitador o un molino húmedo. Las partículas vegetales se suspenden y se mantienen en suspensión en el transcurso de esto. La inulina que está presente en las células vegetales se libera de las células vegetales durante la suspensión de las partículas vegetales y pasa al líquido en el que están suspendidas.

Para aumentar el rendimiento del producto, el procedimiento puede llevarse a cabo de tal manera que la inulina que se libera del material vegetal esté suspendida predominantemente en el líquido y sea accesible como producto del procedimiento. La expresión "suspendida predominantemente en el líquido" significa que más del 50 % en peso de la inulina liberada del material vegetal no se disuelve en el líquido, pero está suspendida en forma de partículas. En realizaciones ventajosas del procedimiento, una proporción aún mayor de la inulina liberada del material vegetal no se disuelve en el líquido, sino que se suspende en él. De esta manera, el rendimiento del producto del procedimiento se puede aumentar aún más. En tales realizaciones ventajosas, al menos el 60 % en peso, preferentemente al menos el 70 % en peso, aún más preferentemente al menos el 80 % en peso, de la inulina liberada del material vegetal permanece en suspensión.

Para un perfil de longitud de cadena dada de la inulina de la planta, a través de la elección de la temperatura y el tipo de líquido, es posible controlar si la inulina se disuelve o suspende en el líquido o en qué medida. La solubilidad de las moléculas de inulina depende en primer lugar de la temperatura y del tipo de líquido y, en segundo lugar, disminuye al aumentar la longitud de la cadena. La longitud de la cadena de una molécula de inulina es idéntica a su grado de polimerización e indica a partir de cuántas unidades de monosacáridos se forma la molécula de inulina. La longitud de la cadena se abrevia también en lo sucesivo como "GP" (grado de polimerización).

El líquido que se usa para la suspensión es un líquido acuoso. Un líquido acuoso se define en el presente documento como un líquido que consiste predominantemente en agua o que consiste únicamente en agua. El término predominantemente en este sentido significa un contenido de al menos 50 por ciento en volumen (% en volumen).

Dicho líquido acuoso tiene, preferentemente, un contenido de agua de ≥ 60 % en volumen, más preferentemente ≥ 70 % en volumen, incluso más preferentemente ≥ 80 % en volumen y, lo más preferentemente, ≥ 90 % en volumen. El líquido que comprende agua tiene en otra realización un contenido de agua de 50 a < 100 % en volumen, más preferentemente de 60 a < 100 % en volumen, aún más preferentemente de 70 a < 100 % en volumen, incluso más preferentemente de 80 a < 100 % en volumen y, lo más preferentemente, de 90 a < 100 % en volumen.

Un componente líquido, que puede estar presente además del agua, es, en una realización, un líquido que es miscible con agua. Por tanto, el líquido que se usa para suspender el material vegetal finamente triturado es, en esta realización, un líquido que comprende agua y otro líquido (o componente líquido, respectivamente) que es miscible con agua. Dicha mezcla comprende agua en las cantidades (% en volumen) como se ha definido anteriormente.

Un componente líquido, que puede estar presente además del agua, es, en otra realización, un líquido polar. Por tanto, el líquido que se usa para suspender el material vegetal finamente triturado es, en esta realización, un líquido que comprende agua y otro líquido polar (o componente líquido, respectivamente). Dicha mezcla comprende agua en las cantidades (% en volumen) como se ha definido anteriormente.

Son concebibles mezclas líquidas tales como, por ejemplo, una mezcla de agua y alcohol. Como alcohol, se prefieren etanol e isopropanol. Cuanto mayor sea la proporción del alcohol elegido, menor es la solubilidad de la inulina. En una realización preferida, el líquido que se usa para la suspensión es agua, lo que significa agua sin ningún otro líquido añadido.

En una realización ventajosa del procedimiento, la inulina suspendida en el líquido consiste esencialmente en, es decir, al menos 95 % en peso, de moléculas de inulina que tienen una longitud de cadena mayor que 10. Para ello, el líquido y la temperatura de la suspensión se seleccionan de tal manera que al menos los fructooligosacáridos (oligofructanos) que tienen un GP en el intervalo de 3 a 10 y también mono y disacáridos pasan a LA solución durante la suspensión de las raíces de las plantas finamente trituradas. Si se selecciona agua como líquido, entonces este objetivo se puede lograr incluso a una temperatura de aproximadamente 20-30 °C, preferentemente a 20-25 °C.

Cuando aumenta la temperatura de la suspensión, Las moléculas de inulina de cadena larga también se disuelven cada vez más. Las moléculas de inulina de cadena larga se definen preferentemente como moléculas de inulina con

un $GP > 10$. Mediante la selección de la temperatura de la suspensión, por lo tanto, es posible determinar qué proporción de las moléculas de inulina de cadena larga se disuelve en el líquido o no se disuelve en el líquido, sino que permanece en suspensión. El tamaño de esta proporción también depende de las propiedades del líquido. Por ejemplo, en el caso de una mezcla de alcohol/agua, la solubilidad de la inulina puede ser menor que en el caso del agua pura a la misma temperatura. Además, debe observarse que la solubilidad de la inulina disminuye al aumentar la longitud de la cadena. Por lo tanto, cuando aumenta la temperatura, el peso molecular de la inulina no disuelta se desplaza hacia valores más altos.

En una realización especial de la invención, el material vegetal utilizado son las raíces de alcachofa (*Cynara Cardunculus* L., *Cynara Scolymus*, alcachofa). En esta realización, es posible obtener una inulina que tiene un grado promedio de polimerización GP_p particularmente elevado entre 40 y 80, más preferentemente entre 50 y 80. A este respecto y en relación con la presente invención, el término "entre" también pretende incluir los límites numéricos indicados respectivamente. Muy particularmente preferente, se puede obtener una inulina según la presente invención a partir de raíces de alcachofa que tiene las siguientes características: un GP_p de 50-80 y un GP_n de 41-66. El valor de GP_p (grado de polimerización promedio en peso) y GP_n (promedio de número del grado de polimerización) se determina usando GPC-RI-MALLS. Una descripción exacta de este procedimiento se desvela en la publicación WO 2006/108697. El peso molecular de un monómero usado en las conversiones es 162 g/mol.

En una realización especial del procedimiento de acuerdo con la invención, la suspensión tiene una temperatura inferior a 60 °C, preferentemente de hasta 50 °C, más preferentemente de hasta 40 °C, aún más preferentemente de hasta 30 °C. En este caso, el tipo de líquido no está restringido. Preferentemente, se usa agua. Otros intervalos de temperatura ventajosos son de 5 a <60 °C, de 5 a 50 °C, de 5 a 40 °C, de 5 a 30 °C, de 5 a 25 °C, de 10 a <60 °C, de 10 a 50 °C, de 10 a 40 °C, de 10 a 30 °C, de 10 a 25 °C, de 15 a <60 °C, de 15 a 50 °C, de 15 a 40 °C, de 15 a 30 °C, de 15 a 25 °C, de 20 a <60 °C, de 20 a 50 °C, de 20 a 40 °C y de 20 a 30 °C.

En una realización particularmente ventajosa del procedimiento, la suspensión tiene una temperatura de 20-25 °C, en el que se pueden usar todos los líquidos mencionados anteriormente. En esta realización, se utiliza un líquido para suspender que tiene temperatura ambiente en el intervalo de 18-25 °C, preferentemente a 20-25 °C. Preferentemente, en esta realización, el líquido y el material vegetal, antes de mezclar, tiene cada uno una temperatura en estos intervalos. En esta realización, se puede prescindir de un suministro de calor o enfriamiento por separado. La ventaja de estas realizaciones es que durante la suspensión de las raíces de plantas finamente trituradas en el líquido, no es necesario suministrar energía externa de calor o energía de enfriamiento, lo que hace que el procedimiento sea particularmente eficiente energéticamente. La energía mecánica introducida a través de la mezcla de la suspensión no se considera en este caso.

En una etapa posterior del procedimiento, llamada etapa c) anteriormente en el presente documento, las partículas vegetales se separan del líquido, con la inulina suspendida restante en el líquido. La expresión "partículas vegetales" designa el producto que se obtiene después del triturado fino del material vegetal, es decir, por lo tanto, material vegetal finamente triturado. En esta etapa del procedimiento, la inulina suspendida que se libera del material vegetal en la etapa previa del procedimiento no necesita permanecer cuantitativamente en el líquido. Dependiendo del dispositivo de separación y las condiciones del procedimiento, parte de la inulina suspendida puede separarse junto con las partículas vegetales. El tipo de partículas vegetales depende del material vegetal utilizado. En el caso de las raíces de las plantas, consisten principalmente en fibras y partículas leñosas.

Las partículas vegetales se pueden separar por centrifugación, decantar o usar un dispositivo de separación mecánica, por ejemplo un tamiz o un extractor de chorro. En el caso de un tamiz o un dispositivo de separación comparable que separa según el tamaño de partícula, el límite de separación del dispositivo de separación se selecciona, preferentemente, de tal manera que se separe la menor cantidad posible de partículas de inulina suspendidas en el líquido, pero que las partículas vegetales se separan lo más cuantitativamente posible. El tamaño de partícula de la inulina suspendida puede ser ≤ 100 micrómetros o bien ≤ 50 micrómetros, preferentemente ≤ 40 micrómetros, más preferentemente ≤ 30 micrómetros, aún más preferentemente ≤ 25 micrómetros, especialmente preferentemente ≤ 20 micrómetros y, lo más preferentemente, ≤ 10 micrómetros. En el caso de la inulina de las raíces de alcachofa, El tamaño de partícula de la inulina suspendida puede ser de hasta aproximadamente 10 micrómetros.

En una realización especial del procedimiento de acuerdo con la invención, la etapa c) se lleva a cabo a una temperatura inferior a 60 °C, preferentemente de hasta 50 °C, más preferentemente de hasta 40 °C, aún más preferentemente de hasta 30 °C. Otros intervalos de temperatura ventajosos son de 5 a <60 °C, de 5 a 50 °C, de 5 a 40 °C, de 5 a 30 °C, de 5 a 25 °C, de 10 a <60 °C, de 10 a 50 °C, de 10 a 40 °C, de 10 a 30 °C, de 10 a 25 °C, de 15 a <60 °C, de 15 a 50 °C, de 15 a 40 °C, de 15 a 30 °C, de 15 a 25 °C, de 20 a <60 °C, de 20 a 50 °C, de 20 a 40 °C y de 20 a 30 °C. Se entiende en este caso que en la etapa c), la suspensión tiene una temperatura en los intervalos mencionados anteriormente.

La etapa c), en una variante ventajosa de la presente invención, se lleva a cabo a la misma temperatura que la etapa b) del procedimiento.

En una realización adicional, la etapa c) se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 18-25 °C,

preferentemente 20-25 °C y sin suministro de calor externo. Esto se entiende que en la etapa c), la suspensión tiene una temperatura en dichos intervalos.

Para aumentar el rendimiento del procedimiento, las partículas vegetales, después de que se separan del líquido, se pueden volver a triturar y repetir las etapas del procedimiento a) - c).

- 5 Después de la etapa c) y antes de la etapa d) se puede incluir una etapa intermedia, en la que precipitó inulina, en caso de haberla, se suspende en el líquido nuevamente.

En la última etapa d), la inulina suspendida se separa del líquido, para obtener el producto del procedimiento, en el que la separación no tiene que ser cuantitativa. La separación se puede realizar, por ejemplo, por medio de una centrífuga o hidrociclones. Además, también se pueden usar dispositivos tales como tamices y filtros, y también todos los demás dispositivos de separación conocidos por los expertos en la técnica para separar partículas en el intervalo de micrómetros de líquidos.

- 10 En una realización ventajosa, la etapa d) se lleva a cabo a la misma temperatura que las etapas b) y c). Los intervalos de temperatura correspondientes se mencionan más adelante en la descripción de las etapas b) y c). Esto puede prevenir, en esta etapa, que sacáridos de bajo peso molecular y fracciones de inulina de bajo peso molecular que previamente se disolvieron, precipiten nuevamente de la solución y se alimenten al producto. Bajar la temperatura en la etapa d) podría conducir a tal resultado. Esto no es deseado, en particular, cuando el producto que se desea obtener es una inulina que tiene una masa molar media alta. Esta realización es importante, en particular, cuando las etapas del procedimiento b) y c) se llevan a cabo a temperaturas superiores a 18-25 °C o 20-25 °C.

En una realización ventajosa adicional, la etapa d) también se lleva a cabo a 18-25 °C, preferentemente a 20-25 °C.

- 20 La inulina que se obtiene puede secarse mediante todos los procedimientos conocidos por los expertos en la técnica, tales como, por ejemplo, secado por aire, secado por pulverización, secado al vacío y liofilización, y también secado por rodillo.

- 25 En dichos procedimientos, pueden estar presentes etapas adicionales además de las etapas descritas a) - d). Los que se pueden mencionar son, por ejemplo, la limpieza descrita del material vegetal antes de llevar a cabo la etapa a), o etapas adicionales de purificación y/o secado que siguen a la etapa d), o etapas adicionales entre las etapas a) - d).

- 30 En una realización del procedimiento, las etapas a) y b) descritas anteriormente se siguen directamente una a la otra sin ninguna etapa intermedia. En una realización adicional del procedimiento, las etapas b) y c) descritas anteriormente se siguen inmediatamente una a la otra, sin ninguna etapa intermedia. En aún una realización adicional del procedimiento, las etapas c) y d) descritas anteriormente se siguen inmediatamente sin ninguna etapa intermedia. Estas realizaciones se pueden combinar en cualquier combinación. En una realización especial, en el caso de las etapas del procedimiento a), b), c) y d), no se proporciona ningún tipo de etapa intermedia, por lo que todas las etapas descritas a), b), c) y d) se siguen directamente una a la otra. En esta realización, sin embargo, se pueden proporcionar etapas adicionales corriente arriba de la etapa a) y corriente abajo de la etapa d). Los que se pueden mencionar son, por ejemplo, la limpieza descrita del material vegetal antes de llevar a cabo la etapa a), o más etapas de purificación y/o secado que siguen a la etapa d).

- 35 En una realización del procedimiento, la inulina que se separa en la etapa d), en lo sucesivo también denominada producto del procedimiento, se puede purificar en una o más etapas adicionales, si una purificación parece ser necesaria. Después de que el producto del procedimiento se separe del líquido, todavía puede haber impurezas presentes, tales como, por ejemplo, partículas vegetales muy finas, lodos y sustancias colorantes. El producto del procedimiento puede purificarse, por ejemplo, por recristalización, (ultra)filtración, disolución y precipitación con un disolvente, por ejemplo, con etanol o isopropanol, o cromatografía.

- 40 En el caso de una filtración, el producto del procedimiento se puede disolver completamente en un disolvente con suministro de calor y, posteriormente, la solución se puede filtrar, para separar partículas sólidas muy finas. Además, una purificación también puede proceder, tratando una solución del producto del procedimiento con carbón activado.

Usando las técnicas mencionadas anteriormente es posible, además de una purificación, también llevar a cabo un fraccionamiento del producto del procedimiento para lograr una mayor longitud de cadena media del producto, como se describe en la solicitud de patente EP-A-0627490.

- 50 La inulina purificada se puede secar utilizando todos los procedimientos conocidos por los expertos en la materia, tales como, por ejemplo, secado por aire, secado por pulverización, secado al vacío y liofilización, y también secado por rodillo.

Figuras:

La Figura 1 muestra un diagrama de flujo de una realización especial del procedimiento en el que las raíces de alcachofa se usan como material vegetal que contiene inulina.

Las raíces de alcachofa (de *Cynara Cardunculus/Cynara Scolymus*) **101** se trituran primero **102**, en el que aquí se realiza el triturado grueso. Para el triturado **102**, por ejemplo un granulador 28/40 de Hosokawa/Alpine, se puede utilizar un laminador de Urschel o un dispositivo similar. A continuación se añade agua a las piezas de la raíz **103**. La relación de masa de agua/raíz se puede establecer, por ejemplo, en 1/1 - 6/1.

- 5 La mezcla de raíces de alcachofa trituradas y agua se hace puré **104**. Para la formación del puré **104**, se puede usar, por ejemplo, un desintegrador Rietz RA-12 o RP6 (escala de planta piloto) de Hosokawa o uno de Industrieturax, de Stephan, por ejemplo. Se obtiene una suspensión que contiene inulina y partículas de raíz muy finas **105** que posteriormente se mezclan intensamente **106**, por ejemplo, mediante agitación, para liberar la mayor cantidad de inulina posible de las células de la raíz. En este caso, parte de la inulina, en particular las fracciones de
- 10 cadena más corta, se puede disolver en el agua. Hasta qué punto esto ocurre depende de la temperatura del agua y de la temperatura a la que se llevan a cabo las etapas **104** y **106** del procedimiento.

- En la siguiente etapa, las partículas de raíz fina se separan **107**. Esto se puede lograr, por ejemplo, permitiendo que la suspensión repose, permitiendo que las finas partículas de la raíz se asienten y posteriormente se decantan. En el procedimiento de decantación, las partículas de inulina forman un precipitado denso sobre el cual las partículas de raíz fina forman una fase que puede decantarse. Como alternativa, la suspensión también puede centrifugarse en condiciones adecuadas o tamizarse a través de un dispositivo de tamizado adecuado, para separar las partículas de la raíz. Las condiciones se seleccionan de tal manera que en la etapa **107**, la inulina en su mayor parte permanece sin disolverse en la fase acuosa o como un precipitado y no se separa conjuntamente. Como intermedio, se obtiene una suspensión de inulina **108**. Si las partículas de la raíz se separan por decantación o centrifugación, la inulina precipitada puede suspenderse nuevamente en la fase acuosa para obtener una suspensión de inulina. Si las partículas de la raíz se separan por tamizado, esto no es necesario.
- 15
- 20

- Por último, la inulina no disuelta se separa **109** de la suspensión. Esto se consigue, por ejemplo, usando una centrífuga que tenga un campo gravitacional suficientemente alto que permita separar las finas partículas de inulina. Como subproducto, se obtiene agua **110** que puede contener una proporción de inulina de bajo peso molecular en forma disuelta y también otros componentes solubles de la raíz de alcachofa. El producto del procedimiento se obtiene como una pella de inulina **111**.
- 25

La pella de inulina **111** puede secarse y/o someterse a etapas de purificación adicionales si parece ser necesario.

Ejemplos:

- 30 **Ejemplo 1: Realización de un aislamiento de inulina de raíces de alcachofa (*Cynara Scolymus*) a temperatura ambiente**

1.1 Máquina de triturado/granulación

- Se procesaron raíces de alcachofa congeladas (*Cynara scolymus/Cynara cardunculus* L.). Las raíces se dejaron reposar durante la noche a temperatura ambiente y se procesaron al día siguiente. Se utilizaron raíces rectas con el menor número posible de brotes laterales. Los tallos delgados de la raíz se eliminaron con un cuchillo de cocina. Se utilizaron 720 g de raíces de alcachofa. Estos se procesaron en láminas de 2 mm de grosor utilizando una máquina de cortar salchichas. Las piezas iniciales fueron sometidas a aplastamiento y se quedaron pegadas en el canal de corte. La máquina se apagaba ocasionalmente y se limpiaba el canal de corte. Las piezas finales no se cortaron en piezas de menos de 3 cm. El rendimiento de las láminas cortadas fue de 522 g. La diferencia de 198 g correspondió al suelo, materia extraña y piezas finales de raíz de alcachofa.
- 35

40 1.2 Selección manual/pelado/laminado

- Las láminas de alcachofa cortadas se seleccionaron a mano. Durante esto se observó que la médula se podía separar muy fácilmente de la piel presionando. El tiempo de pelado fue de 16 min. El rendimiento del material del núcleo de alcachofa fue de 336 g y el rendimiento de la piel de alcachofa o materia extraña fue de 181 g. Las láminas de alcachofa se procesaron sucesivamente usando una máquina Genius doméstica para laminar la alcachofa a un tamaño de 4 mm x 4 mm. Tiempo de producción 11 min.
- 45

1.3 Triturado utilizando la licuadora Waring y Ultra Turrax

Los 336 g de láminas de alcachofa se cargaron con 336 g de agua en la licuadora Waring (aparato de 400 vatios sin pantalla de velocidad) y luego se pretritaron.

1 minuto	Etapas 1
2 minutos	Etapas 2
2 minutos	Etapas 3 (máximo)

- Por medio del tamaño de las láminas, el pretriturado demostró estar libre de problemas y, opcionalmente, puede omitirse. La masa de láminas de alcachofa triturada se decantó en un vaso de precipitados de vidrio de 5 litros y se vertieron 500 ml de agua. Esta masa se trituró utilizando el Ultra Turrax (1 min en la etapa 3, correspondiente a
- 50

- 6.400 rpm). El tiempo se seleccionó deliberadamente para que fuera corto, ya que el tamaño de partícula no debe ser demasiado pequeño. En el posterior tamizado a través de 90 µm y 63 µm, se observó que el sólido fibroso parecía estar hinchado y el tamaño de partícula era grande. El líquido obtenido fue designado número 1 y se reservó. Luego se retiró una alícuota de los sólidos tamizados (64 g de sólidos, que se habían congelado y liofilizado). Los sólidos restantes se mezclaron con 1,4 litros de agua y se trituraron usando Ultra Turrax en la etapa 2 (5.200 rpm) durante 5 minutos. Luego, la mezcla se decantó nuevamente a través del tamiz mencionado anteriormente. El líquido obtenido se designó con el número 2. Luego se retiró una alícuota de los sólidos tamizados (30 g de sólidos congelados y liofilizados). El residuo restante se mezcló con 2 litros de agua y se trituró durante 2 minutos al máximo (10.000 rpm) usando Ultra Turrax. El líquido obtenido se designó con el número 3.
- 10 La piel con materia extraña se procesó en un momento posterior. 181 g de piel de alcachofa con materia extraña se trituraron con 470 g de agua en la licuadora Waring durante 5 minutos, luego se decantaron en un vaso de vidrio y se mezclaron con 1,6 litros de agua. Luego se usó Ultra Turrax a 10.000 rpm durante 5 minutos. El producto de triturado fue, como ya se ha descrito, tamizado, y el líquido obtenido se designó 4. Los sólidos se congelaron y se liofilizaron.
- 15 **1.4 Centrifugación**
- Cada centrifugación se realizó a 4000 rpm durante 10 minutos. Los líquidos 1 - 4 obtenidos se procesaron sucesivamente sin mezclarlos de acuerdo con el siguiente procedimiento: el líquido obtenido, después del tamizado, se transfirió a un recipiente de 750 ml y se centrifugó. Después de decantar, los precipitados se combinaron y diluyeron con agua al máximo para lograr la purificación. La mezcla se transfirió después a tubos Falcon de 50 ml y luego se separaron las capas de limo.
- 20 Para fines analíticos adicionales, todos los líquidos obtenidos para cada etapa de trabajo se recogieron y se concentraron usando un evaporador rotativo. Los líquidos restantes se congelaron profundamente y se secaron usando la unidad de liofilización.
- Ejemplo 2: Producción de suspensiones de inulina para determinar la solubilidad de la inulina a diferentes temperaturas**
- 25 El material de partida utilizado fue inulina de raíz de alcachofa que se obtuvo de acuerdo con el Ejemplo 1.
- En cada caso, se suspendieron aproximadamente 20 mg de inulina en agua a varias temperaturas (20; 30; 40; 50; 60 °C). Lote: Se suspendió una solución al 1 % (agua a temperatura ambiente (RT)) durante 20 minutos a 300 rpm a las diversas temperaturas en tubos Eppendorf (inversión repetida).
- 30 Posteriormente, las suspensiones se centrifugaron durante 5 minutos a 13.000 rpm para separar la inulina no disuelta. El sobrenadante que contenía inulina disuelta se retiró y se transfirió a otro tubo Eppendorf. El sedimento y su sobrenadante se liofilizaron (48 h).
- 35 **Análisis:** la inulina obtenida del sedimento y el sobrenadante se analizó por cromatografía de permeación en gel (GPC-RI). Se registraron los pesos vacíos de todos los tubos Eppendorf utilizados. Para la preparación del análisis GPC-RI, sobre la base de las masas determinadas de los residuos liofilizados, se produjo una solución al 1 %. Los lotes se disolvieron durante 20 minutos a 95 °C y 300 rpm (inversión repetida). Después de la operación de disolución, las soluciones al 1 % se diluyeron a 1:10 con DMSO y se centrifugaron con insertos de filtro de 0,22 µm durante 5 minutos a 8.000 rpm.
- 40 Para determinar las masas de inulina en el sobrenadante y en el sedimento, se preparó una curva de calibración usando los patrones Raffiline HP® y una inulina de alcachofa que tenía un GPp = 69. Con la ayuda de la curva de calibración, los picos en el diagrama GPC podían asignarse a una masa absoluta.

Tabla 1: Resultados:

Número de muestra	Tipo de muestra	Temperatura [°C]	Inulina en el sedimento o el sobrenadante [%]	PM GPC pico principal [g/mol]	GPp ¹⁾
1,1	Sedimento	20	68,3	9055,5	56
1,2	Sedimento	20	67,9	9190,4	57
2,1	Sedimento	30	64,6	9248,7	57
2,2	Sedimento	30	63,1	9326,6	58
3,1	Sedimento	40	49,5	9962,1	61
3,2	Sedimento	40	51,4	9829,2	61
4,1	Sedimento	50	31,2	10505,1	65
4,2	Sedimento	50	30,3	10720,2	66
5,1	Sedimento	60	11,9	10995,3	68

(continuación)

Número de muestra	Tipo de muestra	Temperatura [°C]	Inulina en el sedimento o el sobrenadante [%]	PM GPC pico principal [g/mol]	GPp ₁₎
5,2	<i>Sedimento</i>	60	13,3	10885,7	67
7,1	sobrenadante	20	31,7	5114,2	32
7,2	sobrenadante	20	32,1	5110,8	32
8,1	sobrenadante	30	35,4	5252,2	32
8,2	sobrenadante	30	36,9	5344,8	33
9,1	sobrenadante	40	50,5	5799,6	36
9,2	sobrenadante	40	48,6	5750,5	35
10,1	sobrenadante	50	68,8	6633,0	41
10,2	sobrenadante	50	69,7	6591,5	41
11,1	sobrenadante	60	88,1	7389,0	46
11,2	sobrenadante	60	86,7	7317,9	45
1) Unidad de monómero: 162 g/mol					

El experimento no representa el procedimiento completo según la invención. Es un experimento modelo para obtener evidencia aproximada del rendimiento del producto del procedimiento de acuerdo con la invención y el perfil de longitud de la cadena del producto del procedimiento. Para esta alcachofa, se suspendió la inulina (*Cynara scolymus*) a varias temperaturas. El producto del procedimiento es la inulina suspendida no disuelta, en el presente documento la inulina en el sedimento.

A partir de la tabla se puede observar que, con un aumento de temperatura, más inulina en porcentaje pasa a la solución y menos inulina permanece suspendida. A 95 °C, prácticamente toda la inulina se disuelve. Por lo tanto, el rendimiento del procedimiento según la invención disminuye con un aumento de la temperatura.

Adicionalmente, se puede ver que las masas molares medias de la inulina en el sedimento y de la inulina disuelta aumentan con el aumento de la temperatura. En primer lugar, con el aumento de la temperatura, cada vez más inulina de cadena relativamente larga pasa a la solución, por lo que aumenta la masa molar media de la inulina disuelta. En segundo lugar, a elevación de temperatura, solo las fracciones de inulina de muy alto peso molecular permanecen sin disolver, por lo que la masa molar media de la inulina no disuelta también aumenta. Si se desea obtener, como producto del procedimiento, un producto que tenga una masa molar lo más alta posible, entonces se empleará una temperatura elevada. A una temperatura de 60 °C, en el experimento modelo, se logra un GPp del producto de 67-68 y a una temperatura de 20 °C, se logra un GPp de 56-57. Sin embargo, al mismo tiempo, en el experimento modelo, el rendimiento disminuye de aproximadamente 68 % (20 °C) a aproximadamente 12-13 % (60 °C).

El experimento modelo muestra que en el procedimiento de acuerdo con la invención, a una temperatura de 20 °C, es decir, sin más suministro de calor, se espera una inulina de cadena relativamente larga (GPp 56-57) de las raíces de alcachofa con un rendimiento relativamente alto (68 %).

Ejemplo 3

3.1 Materiales

Se utilizaron alcachofas (*Cynara Scolymus*) de la variedad Gobbo di Nizza, cantidad 50 kg, secadas al sol, almacenadas sueltas.

3.2 Preparación del material:

Se desempaquetaron las raíces y se colocaron sueltas en el invernadero.

Se limpiaron 20 kg de raíces usando un limpiador de alta presión y se colocaron nuevamente para secar.

Inicio del experimento:

- se cortan en trozos (aproximadamente 4)
- se rallan en Agrobloc con el inserto más grueso
- la materia rallada se envasa al vacío en plástico y se almacena refrigerada durante la noche.

Se procesaron 15 kg de materia rallada utilizando el Industrieturrax (anchura de orificio de 1,4 mm) y se cargaron en un recipiente grande (50 l).

Masas: 15 kg de materia rallada, 30 kg de agua dieron como resultado 45 kg de material triturado con Turrax, posteriormente denominado material finamente triturado.

3.3 Pequeño experimento 1

Material finamente triturado: 502 g

5 Agua: 1000 ml

- remover, tamizar, prensar, desechar la torta de la prensa

Centrífuga líquida de 1.112 g a 4.000 rpm, 10 min

El sobrenadante se pasó a través de un tamiz de 20 µm: no se veían fibras en el tamiz.

10 Sedimento de 36 g, de 502 g de material finamente triturado ~ 10 %. Se esperaban aproximadamente 5 g ~ 1 % de inulina.

El sedimento se recogió con 193 ml de agua y se añadieron otros 124 g de agua al mismo.

La masa total, 353 g, se pasó a través de un tamiz de 20 µm que se taponó rápidamente. Aproximadamente 10 ml pasaron. En el microscopio a 10 x 100 veces, se vieron cristales (filtrado 1).

15 Los 340 g restantes se colocaron en una centrífuga a 4.000 rpm, que produjo 27 g de sedimento. Se transfirieron 10 g de los mismos a un tubo Falcon.

Se disolvieron 10 g de sedimento en el microondas a más de 88 °C. Las fibras se podían ver claramente.

El sedimento residual total de 17 g se calentó a > 88 °C y nuevamente se pasó a través de un tamiz de 20 µm que se taponó inmediatamente. Filtrado mínimo 2.

Filtrado 2 (caliente, 1-3)

20 Filtrado 3 (residuo en el tamiz, fase líquida)

Tamiz residuo 4 (residuo en el tamiz, fase sólida)

3.4 Experimento grande 1

Material finamente triturado 10 kg

Agua 32 l

25 - remover, tamizar, 125 µm, prensa manual

- produjo 33,5 l de líquido, 8,022 kg de torta de prensa

- centrifugar, 12.000 g, 7.000 rpm, 10 min, en pluralidad de lotes

- los sedimentos se combinaron, el contenido de agua se determinó a través de Karl Fischer. Valor de Karl Fischer: 75,75 % de contenido de agua

30 Muestras:

1 Material finamente triturado, sin tratar, diluido 1:2, triturado en el Turrax

2 Residuo en el tamiz, torta de la prensa después de tamizar

3 Sobrenadante después de la primera centrifugación

4 Sedimento 1

35 5 Sedimento 2, sobrenadante

6 Sedimento 2, capa inferior

Se obtuvieron dos fases del sedimento 2.

Muestras 1-6 para análisis

Muestras 4-6 para la determinación de materia seca

40 Muestras 4-6 para el examen por microscopía óptica

Masas:

Sedimento total después de la primera centrifugación (muestra 4) 806 g

Sobrenadante después de la primera centrifugación (muestra 3) 33 l

3.5 Experimento complementario 1

45 Muestra de sedimento 1.600 g

Agua 1.200 g

- centrifugar, 12.000 g, 7.000 rpm, 10 min

Dos fases son claramente reconocibles y se tomaron dos muestras.

Muestra 5 sobrenadante, lodoso

5 Muestra 6 capa inferior, muy sólida

Masas:

Sedimento 2, sobrenadante, 306 g

Sedimento 2, capa inferior 287 g

3.6 Experimento complementario 2

10 Sedimento 2, sobrenadante, muestra 5

Sedimento 2, capa inferior, muestra 6

Observación:

En la muestra 6, se depositó inmediatamente un precipitado, en la muestra 5 un ligero precipitado con la adición de etanol.

15 Se centrifugaron 10 ml de alcohol y 5 ml de la muestra.

Esto produjo 500 g de residuo de tamiz 2 que se lavó con agua.

Muestras:

7 torta de la prensa, lavado

8 torta de la prensa líquida

20 3.7 Análisis del material de muestra

Los materiales de partida fueron muestras liofilizadas.

La preparación de la muestra y el aislamiento se llevaron a cabo en la escala de un tubo Eppendorff.

25 El material de partida de este aislamiento de inulina fue un puré de raíz de alcachofa (<1,4 mm). Las muestras PR 1-PR 8 se tomaron durante el procedimiento de preparación y se congelaron a -80 °C para la preparación para la liofilización. Después de la liofilización, el material de muestra se molió y preparó para el análisis como se indica a continuación. Las muestras PR 1, PR 2 y PR 7 se homogeneizaron en el molino de cuchillas Retsch GM 200 (2 x 10 segundos, a 10.000 rpm).

Las muestras PR 1, PR 2 y PR 7 se trataron como se detalla

- pesar 100 mg del polvo en un tubo Eppendorff de 2 ml
- 30 - mezclar cuidadosamente con 1 ml de agua e invertir suavemente
- incubar 1 h a 95 °C y 300 rpm
- a continuación, centrifugar el tubo Eppendorff (5 min, 13.000 rpm)
- retirar el sobrenadante y transferir a un nuevo tubo Eppendorff, también almacenar a 95 ° C
- 35 - nuevamente mezclar el sedimento con 1 ml de agua
- nuevamente tratar durante 1 h a 95 °C y 300 rpm
- nuevamente centrifugar el líquido (5 min, 13.000 rpm)
- pipetear el sobrenadante 2 al sobrenadante 1

40 Las muestras PR 3-PR 6 y PR 8 se disolvieron en 2 ml de DMSO durante 20 min a 300 rpm y a 95 °C en el bloque de calentamiento con agitación. Se diluyeron las muestras para el análisis GPC-RI a 1:2 o 1:4 con DMSO. Los pesos y las diluciones se pueden ver en la tabla de contenido de Fructano.

Tabla 2: Datos analíticos, calculados sobre la base de los análisis GPC-RI

Laboratorio de muestra Código	Descripción de la muestra	Perfil total GPp	Datos en GPC-RI GPp VLCl	PM [% > 900 g/mol]	Materia seca % [absoluto]	% De agua residual [polvo]-KFT	Conc. VLCl	
							[% peso en polvo]	[% DM en polvo]
PR 1	Masa radicular 1 parte + 2 partes de agua	36	46	81,3	20,1	8,28	43,4	47,4

(continuación)

Laboratorio de muestra Código	Descripción de la muestra	Perfil total GPP	Datos en GPC-RI GPP VLCl	PM [% > 900 g/mol]	Materia seca % [absoluto]	% De agua residual [polvo]-KFT	Conc. VLCl	
PR 2	Tamiz del residuo_torta de prensa de la raíz	44	48	93,5	18,1	9,88	44,7	49,6
PR 3	Sobrenadante después de la centrifugación	11	28	36,1	1,6	13,87	23,6	27,4
PR 4	Sedimento 1	52	54	97,4	21,0	8,54	69,3	75,8
PR 5	Sedimento 2_sobrenadante	53	55	98,3	10,4	9,53	72,5	80,1
PR 6	Sedimento 2_capa inferior	52	53	98,5	32,7	6,93	74,0	79,5
PR 7	Tarta de prensa, tratada con agua	45	49	94,2	12,1	9,39	43,5	48,0
PR 8	Lavar con agua_torta de prensa líquida	23	42	56,4	0,2	13,19	30,2	34,7
Fructano 12	Patrón interno	n.d.	26	n.d.	94,4	2,8	107,9	111,0
Fructano 20	Patrón interno	n.d.	70	n.d.	90,8	4,2	109,6	114,5

Tabla 3: Cálculo de los restos de masa

Laboratorio de muestra Código	Descripción de la muestra	Procesamiento de masas de muestras [g]	Materia seca		Conc. - VLCl [% DM en polvo]	Masa de VLCl g [absoluta]	Proporción de inulina (% de la cantidad inicial)
			% [absoluto]	g [absoluto]			
Muestra 1	Masa radicular 1 parte + 2 partes de agua	10000	20,1	2010,1	47,4	952	100
Muestra 2	Tamiz del residuo_torta de la prensa de la raíz	8022	18,1	1452,5	49,6	720	76
Muestra 3	Sobrenadante después de la centrifugación	33000	1,6	534,0	27,4	146	15
Muestra 4	Sedimento 1:	806	21,0	169,3	75,8	128	13
Muestra 5	Sedimento 2_sobrenadante:	306	10,4	31,7	80,1	25	3
Muestra 6	Sedimento 2_capa inferior	287	32,7	93,7	79,5	74	8
Muestra 7	Tarta de prensa, tratada con agua	8022	12,1	969,9	48,0	465	49
Muestra 8	Lavar con agua_torta de prensa líquida	80000	0,2	155,0	34,7	54	6

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de obtención de inulina que comprende:
 - a) triturar finamente el material vegetal que contiene inulina, en el que se generan tamaños de partícula del material vegetal de 500 μm o menor, que son más pequeñas que el tamaño de las células vegetales que contienen inulina,
 - b) suspender el material vegetal finamente triturado en un líquido acuoso con un contenido de agua de al menos 50 por ciento en volumen (% en volumen), a una temperatura en un intervalo de 5 a $<60^\circ\text{C}$, en el que la inulina se libera del material vegetal y se suspende en forma de partículas en el líquido,
 - c) separar las partículas vegetales del líquido, en el que la inulina que está suspendida en forma de partículas permanece en el líquido,
 - d) separar la inulina que está suspendida en forma de partículas del líquido.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se purifica la inulina que es separada del líquido.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la etapa c) se lleva a cabo a una temperatura de 5 a $<60^\circ\text{C}$.
4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el material vegetal utilizado es raíces de plantas.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el que las raíces de las plantas son raíces de alcachofa (*Cynara scolymus* o *Cynara cardunculus* L.) o raíces de achicoria (*Cichorium intybus*).
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que las raíces de las plantas son raíces de alcachofa y el producto del procedimiento es una inulina que tiene un grado promedio de polimerización GPP, determinado por GPC-RI-MALLS, de 40 a 80.
7. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las partículas sólidas se separan del líquido por medio de un decantador o un tamiz.
8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las moléculas de inulina no disueltas se separan del líquido utilizando una centrifuga.

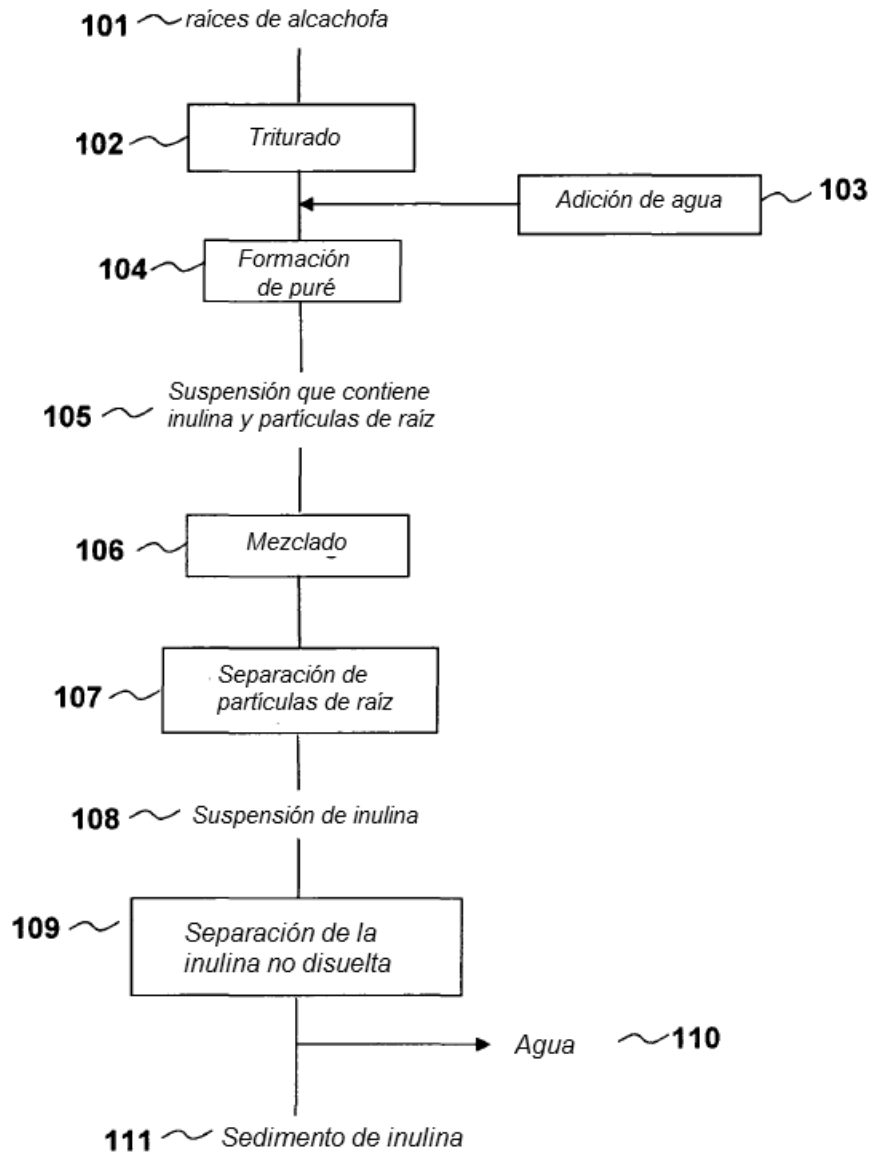


FIG. 1