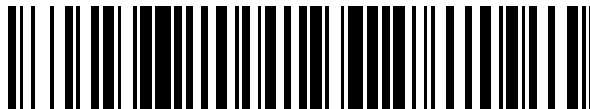


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 515 515**

21 Número de solicitud: 201300442

51 Int. Cl.:

C08B 37/06 (2006.01)

A23L 1/0524 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

29.04.2013

43 Fecha de publicación de la solicitud:

29.10.2014

71 Solicitantes:

**IGNATYEVA, Galina (100.0%)
Alfonso X El Sabio, 4
30640 Abanilla (Murcia) ES**

72 Inventor/es:

IGNATYEVA, Galina

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **Método de fabricación de pectina acromática, pectina y fibra modificada y pectina estandarizada**

57 Resumen:

La presente invención concierne a un método de fabricación de pectina acromática con índice de polidispersión menor de 2, con una distribución de peso molecular 1-, 3-modal y con un grado de esterificación 12-81%, alto poder gelificante y con alta capacidad emulsionante; pectina modificada con un peso molecular 20-40 KDa, con un grado de esterificación de 5-11%, pectina estandarizada con temperaturas de gelificación de 25-85°C; fibra dietética modificada acromática con capacidad de retención de agua 10-20 g/g y de aceite 0,2-5,4 g/g por unos procesos de tratamiento con H₂O₂, hidrólisis por expansión súbita, fraccionamiento del extracto según el grado de esterificación y de peso molecular y secado en un lecho hirviente.

ES 2 515 515 A2

DESCRIPCIÓN

Método de fabricación de pectina acromática, pectina y fibra modificada y pectina estandarizada

5

Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un método de fabricación de pectina acromática, con bajo índice de polidispersión y una distribución 1-, 3-modal del peso molecular, pectina modificada, pectina estandarizada y fibra dietética modificada acromática por un proceso de modificación por tratamiento con peróxido de hidrógeno, hidrólisis por expansión súbita, separación del extracto de fibra dietética, fraccionamiento del extracto según el grado de esterificación y de peso molecular, estandarización de la pectina y secado en un lecho hirviente.

Campo de la invención

El objeto de la invención está relacionado con la industria de productos alimenticios, en especial con la transformación de desechos de materia prima vegetal. En particular se trata de la transformación de desechos de producción de zumos (cítricos, etc.) con el fin de obtener pectina acromática fraccionada, de todas variedades de esterificación con bajo índice de polydispersión y con una distribución 1-, 3-modal del peso molecular, pectina modificada y/o pectina estandarizada con unas propiedades determinadas y fibra dietética acromática con alta capacidad de retención de agua y de alta y baja capacidad de retención de aceite.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Estado de la técnica anterior a la invención

Las pectinas ejercen cierta influencia positiva en los procesos metabólicos del organismo humano. Por ejemplo, las pectinas modificadas se han utilizado (tal y como se describe por Inohara et al, 1994, y Pienta et al. 1995) en suprimir la metástasis de las células cancerosas. Además se utilizan en diversas industrias como la industria conservera, de confitería, láctea, panadera, de las bebidas, al igual que en la producción de concentrados alimenticios, medicamentos, cosméticos y profilácticos. Dado su amplio espectro de uso resulta necesario perfeccionar constantemente la tecnología de obtención de pectina. [Marshall L. Fishman et al "Chemistry and function of pectins" American Chemical Society. - Washington (1986); A. Imeson "Thickening and gelling agents for food" Blackie Academic and Professional, una publicación de Chapman and Hall. -London (1992); Reginald H. Walter "The chemistry and technology of pectin" Food science and technology series.-San Diego, California (1991); W. Pilnik et al. "Gelling

agents (pectins) from plants for the food industry” en *Plant Cell Biochemistry Biotechnology J.*: p.232-241 (1992); C.D. May “Industrial pectin sources, production and applications” *Carbohydrate Polymers. J.* 12: p.79; Pienta et al. “Inhibition of spontaneous metastasis in a rat prostate cancer model by oral administration of modified citrus pectin” *J. Natl. cancer inst.* 87:348-353(1995); Inohara *et al.* “Effects of natural complex carbohydrate (citrus pectin) on murine melanoma cell properties related to galectin-3 function” *Glycoconjugate J.* 11: 527-532 (1994); “Modified pectins, compositions and methods related thereto” WO 2005/095463; Eliaz Isaac “Compositions and methods for treating mammals with modified alginates and modified pectins” US 2008/7452871].

10 Precisamente, contando con las exigencias de las áreas de uso de pectina y la ampliación de las esferas de su uso, se necesita mejorar la calidad, optimizar la bioactividad de la pectina y elevar su rendimiento de fabricación. Para ellos es necesario prevenir las reacciones secundarias y reacciones de doble descomposición en la fabricación de pectina acromática fraccionada, pectina modificada y pectina
15 estandarizada. Es muy importante disminuir la velocidad de despolimerización de pectina y optimizar el tiempo tanto durante la extracción como durante la modificación del grado de esterificación, del peso molecular y de la estructura de polímero.

Tradicionalmente, las pectinas se obtienen de los desechos de la fabricación de azúcar de remolacha y de zumos, tal como se describe en la patente rusa RU 2235478
20 (10.09.2004). Asimismo, se conocen métodos de obtención de pectina que controlan el grado esterificación (F. Bosak et al. en “Achievements in the technology production of high-methoxyl and low-methoxyl pectins”/Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny.- Polonia.-1982.-6.- p.17-21.).

Se conoce, por ejemplo, el método de obtención de pectina con un alto grado de
25 esterificación de bagazos de frutas por medio de su hidrólisis con ácido clorhídrico.

Este método supone la acidificación de los bagazos hasta pH=1,0, la termostatación de los bagazos acidificados durante 10 horas, la extracción de pectina añadiendo agua, la refinación del extracto de pectina por medio de columnas con resinas iónicas o con ayuda de tierra de diatomeas, la coagulación de pectina por precipitación
30 con cloruro de aluminio, añadiendo carbonato de sodio o por medio de alcohol etílico o isopropílico, la depuración del coágulo de pectina con alcohol, su prensado, secado, trituración y estandarización hasta 150° SAG USA.

El principal problema de este método reside en la etapa de hidrólisis y extracción a pH=1,0, durante 10 horas o más. Bajo estas condiciones se produce una profunda
35 hidrólisis de todas las partes componentes de la célula vegetal de la materia prima y de los enlaces existentes entre ellas, con una profunda destrucción de las pectinas

reduciendo su peso molecular, lo que conduce a reducir su poder gelificante. Esto produce la formación de impurezas extrañas y disminuye la concentración de pectina en el extracto, lo que exige una etapa complementaria de refinado del extracto con la aplicación de equipo suplementario. Así mismo, se aumenta el consumo de agua y se pierde eficacia en el rendimiento y la productividad.

A causa de una de las propiedades de la pectina, la existencia de múltiples cargas en el polímero, y la presencia de una alta cantidad de impurezas en el extracto, se produce la obstrucción de los filtros iónicos y una disminución de su capacidad permutadora de iones.

Por otro lado, se necesita depurar por separado, en un equipo especial, el concentrado de los iones del ácido mineral y de las impurezas que se forman.

Otro defecto de este método radica en la imposibilidad de obtener pectina con todo el espectro del grado de esterificación (alta y baja esterificación), y con todo el espectro de tiempo y temperatura de gelificación.

Así mismo, es imposible obtener pectina acromática, entre 400-700 nm, por la presencia entre sus moléculas de zonas muy activas, capaces de reaccionar y que se oxidan durante su almacenamiento. Para obtener pectina con un bajo grado de esterificación, se ha proceder con un segundo tratamiento.

Otro defecto de este método radica en la imposibilidad de obtener pectina acromática con un índice de polidispersión menor de 2 y con una distribución 1-, 3-modal del peso molecular y pectina modificada con las actividades farmacológicas.

Tampoco es posible utilizar la fracción sólida posterior a la hidrólisis como fibra dietética sin incluir una etapa de depuración complementaria del ácido mineral, además de un cambio de pH hasta 3,0 (e incluso a $\text{pH} \geq 3,0$).

Así mismo, es imposible obtener una fibra dietética modificada acromática con alta capacidad de retención de agua y alta y baja capacidad de retención de aceite.

También se conoce un método para la obtención regulada de pectina con bajo grado de esterificación. El método supone la saponificación del extracto condensado de pectina, del coágulo de pectina o de la pectina final de alta esterificación, haciéndolos reaccionar con una disolución de amoníaco o amoníaco gaseoso en medio acuoso o alcohólico. El proceso requiere también la neutralización con una disolución de ácido clorhídrico en alcohol, la eliminación posterior de los iones de cloro del coágulo de pectina o del polvo de pectina, el prensado, la trituración de la pectina húmeda, el secado y la trituración del polvo de pectina en seco.

Como defectos de este método se pueden citar la necesidad de aplicar reactivos fácilmente volátiles que complican el equipo tecnológico y empeoran los aspectos

medioambientales de la producción. Además, la introducción en el proceso de una etapa de depuración de los iones amonio y cloro, que ensucian el coágulo de pectina y aumentan el consumo de alcohol en 1,5-2 veces.

El proceso tradicional tiene limitadas las posibilidades de mejorar las capacidades gelificante y emulsionante de pectina. (F. Bosak et al. "Achievements in the technology production of high-methoxyl and low-methoxyl pectins"/Przemysł Fermentacyjny i Owacowo-Warzywny. - Polonia.-1982.-6. - p.17-21).

El siguiente método de fabricación (patente rusa RU 2235478. de 10.09.2004) de concentrado de pectina a partir de pulpa de remolacha fresca supone la humidificación de la pulpa con vapor vivo a una temperatura entre 125-130°C, durante 15-20 minutos; la hidrólisis de la pulpa con una disolución del 2,0-2,5% de peróxido hidrogeno durante 15-20 minutos; para la preparación de las fibras alimenticias; la separación de la fracción sólida; la extracción de pectinas con agua a un pH de 5,5-6,0 y a una temperatura T=70-75°C, la separación posterior de las fracciones de alto y de bajo peso molecular mediante ultrafiltración; la refinación por diafiltración; y la concentración por evaporación a vacío para la obtención del concentrado de pectina acabado. Sin embargo, este método no permite obtener pectina acromática fraccionada con unas propiedades determinadas previamente. Así, no es posible conseguir una pectina modificada sin impurezas (acromática a 400-700nm) y, al mismo tiempo, con el grado de esterificación deseado. Así, no es posible conseguir una temperatura de gelificación deseadas (alta y baja temperatura de gelificación), y con poder gelificante mayor de 150° USA SAG. Asimismo, con este procedimiento no resulta posible obtener pectina con alta capacidad emulsionante y con las propiedades anteriores. No es posible obtener unas fibras dietéticas modificada acromática con alta capacidad de retención de agua y de alta y baja capacidad de retención de aceite. Tampoco es posible obtener extractos con alta concentración de pectina y baja concentración (o ausencia) de sustancias secundarias dentro de la etapa de extracción. Por último, es imposible elevar el rendimiento de fabricación por encima del método a proteger, incluso en la etapa de evaporación en vacío.

Descripción de la invención

En primer lugar, la presente invención proporciona un método de fabricación de pectina acromática de alta y baja esterificación con índice de polidispersión menor de 2 y con una distribución de peso molecular 1-, 3-modal, pectina modificada con las actividades farmacológicas y, simultáneamente, consigue una pectina estandarizada con unas propiedades definidas de antemano o pectina estandarizada.

En segundo lugar, la invención proporciona un procedimiento de obtención de fibra dietética acromática con alta capacidad de retención de agua entre 10-20 g/g y alta y baja capacidad de retención de aceite entre 0,2-5,4 g/g.

En tercer lugar, la presente invención proporciona la tecnología de modificación de pectina que se obtiene combinando la decoloración, el tratamiento de la materia prima con gradiente de peróxido de hidrógeno y de pH, y con una disolución de ácido mineral, uniéndose en un solo proceso químico la hidrólisis y la desestructuración de la protopectina en un proceso de expansión súbita; y la extracción y modificación de la pectina en otro posterior tratamiento con ácido, de filtración tangencial y de lecho hirviente; y la tecnología de obtención de pectina homogeneizada y estandarizada uniéndose en un solo proceso del lecho hirviente. Se logran sin añadir ninguna fase adicional de purificación, con la reducción del ciclo tecnológico global, y también del tiempo.

En la presente memoria se entiende por "pectina modificada" a una pectina que se obtiene tratando la materia prima con un gradiente de peróxido de hidrógeno y de pH y con una disolución de ácido mineral.

Se describe la calidad de la pectina acromática fraccionada obtenida, que se usa para la obtención de la pectina estandarizada. Esta pectina es válida para su aplicación en la industria de conservas, de confitería, láctea, panadera, de las bebidas, al igual que en la producción de concentrados alimenticios, medicamentos, cosméticos y profilácticos. Se describe la calidad de la pectina modificada obtenida que es válida para su aplicación en la industria de los productos farmacológicos. El método de fabricación también permite obtener pectina modificada con capacidad de penetrar en el flujo sanguíneo y "adherirse" a las células cancerosas impidiendo su propagación y la formación de tumores malignos. Se describe la calidad de la fibra dietética acromática obtenida, que es válida para su aplicación en la industria de conservas, de confitería, panadera, al igual que en la producción de unos profilácticos.

La calidad de la pectina depende de las reacciones laterales y de doble descomposición, que se dan en el procesado, de su destrucción por oxidación tanto durante la extracción como durante el almacenamiento, y, aparte de la concentración de impurezas laterales. También, la propiedad y calidad de la pectina depende de los parámetros de fabricación; es decir, de la combinación del gradiente de peróxido de hidrógeno y de pH, expansión súbita, ácido mineral con la que se trata la materia prima, tiempo, temperatura de gelificación y de las diferentes regulaciones del proceso que permiten obtener pectinas con precisos y diferentes grados de esterificación, con una temperatura de gelificación deseada y con alta estabilidad de emulsión. El método de fabricación además permite obtener pectinas con un peso molecular deseado, con un

índice de polidispersión menor de 2, con una distribución de peso molecular 1-, 3-modal y también permite obtener fibras con diferentes de capacidad retención de agua y de aceite. El producto obtenido es mejor absorbido en el cuerpo humano para alcanzar el flujo sanguíneo donde actúa frente a las células malignas.

5 En otros procesos se puede obtener pectina acromática pero por medio de costosos sistemas de purificación de extractos y depuración con alcoholes del coágulo de pectina. También en otros procesos se puede obtener pectina modificada pero por prosecamiento de pectina industrial preparado por tratamiento químico (hidrólisis alcalina) o degradación enzimática. En otros procesos se puede obtener fibras pero sin diferentes
10 de capacidad retención de agua y de aceite y por medio de costosos sistemas de purificación.

Sin embargo, la presente invención describe el método de fabricación de pectina acromática de alta y baja esterificación con índice de polidispersión menor de 2 y con una distribución de peso molecular 1-, 3-modal, pectina modificada, fibra dietética
15 modificada acromática de alta capacidad de retención de agua y de alta y baja capacidad de retención de aceite y pectinas estandarizadas con unas propiedades definidas de antemano mediante la combinación de fenómenos químicos de absorción y del tratamiento químico de la materia prima como la corteza de los cítricos en condiciones suaves y medias y de fenómenos de expansión súbita, de filtración tangencial y de lecho
20 hirviente por medio de aire preferiblemente inerte.

El objetivo técnico de la invención es la obtención de pectina acromática en el rango del espectro visible, en las fases sólida, líquida (disuelta), gelatinosa y en forma de emulsión, y sin absorción en el ultravioleta a 250-380 nm, así como la obtención de pectina con bajo índice de polidispersión, menor de 2, y con una distribución de peso
25 molecular 1-, 3-modal, con un grado de esterificación entre un 12% y un 81% y pectina modificada con un grado de esterificación entre un 5% y un 11%; es decir, la obtención de pectina fraccionada de alta y baja esterificación y con un alto poder gelificante, o lo que es lo mismo, de alto peso molecular y con alta estabilidad en emulsión; y también la obtención de pectina modificada de baja esterificación y de bajo peso molecular para los
30 fines biológicos deseados, con las actividades farmacológicas, entre las que destacan la prevención y/o protección contra el cáncer.

A continuación, se enumeran los siguientes objetivos técnicos alcanzados con la presente invención.

– Elevación de la concentración de hidratopectina modificada en el
35 extracto (grado de extracción) con la disminución simultánea de la concentración de impurezas laterales.

- Obtención de pectina homogeneizada y estandarizada con aquellas propiedades útiles para el uso comercial.
- Simplificación y regulación del proceso de modificación de pectina.
- Obtención de fibra dietética modificada acromática con diferentes de capacidad retención de agua y de aceite válidas para su consumo.
- Aumento del rendimiento de extracción de pectina acromática fraccionada y modificada.
- Disminución de las complejidades en la tecnología de obtención de pectina acromática y pectina modificada, de pectina homogeneizada estandarizada y de la fibra dietética modificada acromática, con la consiguiente reducción de los desechos en la industria de productos alimenticios.

A modo de resumen diremos que el resultado técnico se logra por las siguientes características, presentes en las diferentes etapas del método:

- Trituración de la materia prima hasta un volumen específico, γ_v , óptimo. Si se parte de cortezas húmedas con un valor de humedad de 80-87%, se lleva el volumen específico hasta un valor entre 1,40-2,20 m³/t y, en el caso de cortezas secas con 8-13% de humedad, se lleva el volumen específico hasta 1,80-2,40 m³/t.
- Eliminación de las partes de la materia prima pobres en pectina y con capacidad de hinchamiento reducida.
- Lavado de la materia prima con agua de conductividad eléctrica baja, hasta un valor de dureza de las aguas de reciclaje situado entre 1 y 6°dF.
- La temperatura de tratamiento baja hasta la temperatura ambiente, a diferencia de lo que sucede en otros métodos de extracción, con el consiguiente ahorro energético.
- Tratamiento de la materia prima con peróxido de hidrógeno al 1,0-5,0% y con gradiente de pH de 6,2 a 3,6.
- Se combina el posterior tratamiento ácido de la materia prima con condiciones de pH suaves y medias, pasando de un pH=1,5; en el caso de los métodos existentes de fabricación de concentrado de pectina, a un pH de 3,5; en la presente invención, y con un tiempo de tratamiento de 30-120 min con un proceso de expansión súbita.

- Se regula el grado de esterificación mediante una función que engloba las variables del proceso y una filtración tangencial.
- Se regula el peso molecular mediante una función que engloba las variables del proceso y una filtración tangencial.
- 5 - También, se consigue la introducción del compuesto de estandarización y del estabilizante de pH en la disolución coloidal del concentrado de pectina.
- Por último, se logra el secado de la disolución coloidal de concentrado de pectina en condiciones suaves y medias, en lecho
10 hirviente por medio de aire preferiblemente inerte y con un gradiente de temperatura de 130 a 80°C, vacío (presión) de -0,1 hasta -0,9 bar; siendo las presiones de vapor $P_1=5,8-10,5$ bar y $P_2=4,0-5,4$ bar.

Descripción detallada de la invención

15 El desarrollo del proceso tecnológico se describe a continuación, siguiendo el orden establecido en el diagrama de flujo que se muestra en la Figura 1:

El método de la invención supone la trituración de la materia prima con una humedad de entre un 80 y un 87% hasta un volumen específico, γ_v , comprendido entre 1,40 y 2,20 m³/t.

20 Si la humedad de la materia prima estuviera entre un 8 y un 13%, se trituraría hasta un diámetro de partícula, R, de 2,5 a 4,5 mm, disminuyendo su volumen 1,7-2,0 veces, hasta un volumen específico 1,80-2,40 m³/t.

Se realiza inicialmente un tratamiento con agua durante 10 min, y con un mezclado intenso, usando, por ejemplo, un tornillo sinfín, en el cual se alimentan el agua
25 y la corteza o bagazo a contracorriente, con una relación de fases, (caudal de agua respecto a caudal de materia prima), q, de 1,0-3,0, estando: la suma total de sustancias solubles disueltas expresada en grados Brix, C, comprendida entre 0,5 y 1,6; la dureza de las aguas de reciclaje, desciende de 20 a 3°dF; la conductividad del agua, λ , va de 4000 a 1200 μ S/cm; el valor de pH entre 3,3-6,0 y la concentración de pectina hidratada, C_p ,
30 varía 0,08 a 0,40%. Por otro lado, los bagazos salen de esta etapa con los siguientes parámetros: humedad, W, de 82-90%, volumen específico de 0,9-2,2 m³/t.

Después, se procede al tratamiento de los bagazos con agua de conductividad eléctrica entre 300 y 450 μ S/cm, a temperatura ambiente, pH=3,3-6,0, durante 15-20min, estando la q, entre 1,5 y 2,0; la suma de sustancias solubles, entre 0,1 y 0,5° Brix; la
35 dureza de las aguas de reciclaje entre 1°dF y 3° dF; la conductividad eléctrica del agua

reciclada, entre 350-600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y la concentración de pectina, entre 0-0,2%. Mientras, los bagazos salen con una W , de 86 a 92% y un γ_v de 0,95 a 1,65 m^3/t .

Luego, se realiza un tratamiento de los bagazos hidratados con peróxido de hidrógeno, a una concentración, C_1 , de 1,0-5,0%; a gradiente de $\nabla \text{pH}_1=6,2 \rightarrow 3,6$;
 5 temperatura ambiente, T_1 : 18-30°C y sin termostatación; durante un tiempo, $t_1=5-20\text{min}$. De este modo, los parámetros son: relación de fases, $q_1=1,0-3,0$; C_p : 0-0,2%; concentración de sólidos solubles: 0,1-0,8° Brix y $\lambda \leq 1025 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Con el fin de modificar la protopectina por la adición de peróxido de hidrógeno, se disminuye el pH_{1m} de 6,20 a 3,85, durante un tiempo de tratamiento t_{1m} , comprendido
 10 entre 5 y 20 minutos.

Para la decoloración que se da en la modificación de la protopectina se disminuye el pH_{1h} desde 4,50 a 3,60, durante un tiempo de tratamiento de $t_{1h}=0-5\text{min}$.

Después, se procede a la separación del peróxido de hidrógeno de los bagazos. Los bagazos presentan una W , entre 90-92%, y un $\gamma_v = 1,0-1,5\text{m}^3/\text{t}$.

A continuación, se efectúa la desestructuración, la hidrólisis con la expansión súbita; la extracción, la modificación de la pectina con el ácido mineral durante un tiempo, t_2 , de 30-120 min, obteniendo: un pH del proceso, $\text{pH}_2=2,7-3,5$; una temperatura del proceso, T_2 , de 70-85°C; y relación de fases, q_2 , de 4,0-6,0 hasta la obtención del extracto con una concentración de pectina acromática, C_{pm} , del 0,8-1,0% en el medio
 20 soluble, una concentración de sólidos solubles $C=1,0-1,1$ °Brix y la viscosidad $\eta=8-15\text{cst}$.

La obtención de pectina fraccionada acromática y pectina modificada acromática hasta un grado de esterificación dado se regula en función de las variables del proceso $f[\nabla \text{pH}_1, \text{pH}_2, t_1, t_2, C_1, T_2]$.

Después, se procede al enfriamiento de la suspensión hasta un valor situado entre los 30 y 40° C y la separación de la fibra dietética modificada húmeda del líquido que contiene la pectina, mediante decantación vertical hasta que su concentración de sólidos alcance un valor de 7-9%, y mediante centrifugación horizontal hasta una concentración de la suspensión menor de 0,02%.

Al final, se obtiene un extracto de pectina con una $C_{pm}=0,8-1,0\%$, $\text{pH}=2,7-3,5$, y una fibra dietética con una humedad comprendida entre 93-96% y un $\gamma_v=0,8-1,2 \text{m}^3/\text{t}$.

Se procede al fraccionamiento del extracto de pectina acromática y pectina modificada acromática según el grado de esterificación y de peso molecular en un equipo de filtración tangencial.

La combinación de la filtración tangencial con la regulación del procedimiento de obtención de pectina acromática en función de las variables del proceso $f[\nabla$

pH₁, pH₂, t₁, t₂, C₁, T₂] se obtiene un extracto de pectina fraccionada acromática y pectina modificada acromática con rangos del peso molecular y grado de esterificación precisos.

Posteriormente, se concentra el extracto en un equipo de evaporación a vacío a temperatura T= 50-65°C hasta una C_{pm}, del 4,0-8,0% y una suma total de sustancias solubles, de 4,8-9,0° Brix, con una disminución de volumen de 5,6-13,0 veces, incrementándose la concentración de la pectina modificada acromática en 5-9 veces.

Tras la etapa final de obtención de la pectina el procedimiento de la invención permite someter el extracto concentrado a dos procesos alternativos.

En el primero de ellos, el extracto concentrado de pectina fraccionada, se homogeneiza el extracto concentrado mediante la introducción al 20-70% del compuesto usado para la estandarización y de un estabilizante de pH, en la disolución coloidal concentrada de pectina (4,0-8,0% de pectina soluble o 4,8-9,0° Brix). Posteriormente, se realiza el secado en lecho hirviente por medio de aire preferiblemente inerte y con un gradiente de temperatura 130-80° C, a una presión (vacío) desde -0,1 bar hasta -0,9 bar. El extracto concentrado de pectina modificada acromática también se seca en lecho hirviente. De esta forma se obtiene el polvo de la pectina modificada seca, con humedad de 10-12%, un grado esterificación, GE, ajustable del 5-11%.

Según el segundo proceso alternativo, se extrae la pectina mediante coagulación del extracto concentrado con una mezcla de alcoholes C₂H₆O/C₃H₈O, en una proporción: 1/1. Se somete el coágulo a un lavado con una pequeña cantidad, proporción 1/0,1; de uno de tales alcoholes. Posteriormente, se realiza el prensado del coágulo de pectina hasta una humedad del 70%. Se tritura y se seca a vacío y baja temperatura, 32°C. De esta forma se obtienen las pectinas secas, con humedad de 10-12%, un grado esterificación, ajustable del 5-81% y con un rendimiento del 20-39% respecto a la materia seca original.

Después, se verifica la deshidratación de las fibras modificadas dietéticas (W=93-96%) sin o también con la mezcla de alcohol mencionado anteriormente (70-60%). Después, se procede a la filtración, prensado de las fibras parcialmente deshidratadas, trituración y secado. Las fibras de la invención son fibras alimenticias, modificadas dietéticas acromáticas con variedades de una capacidad de retención de agua 10-20 g/g y una capacidad de retención de aceite 0,2-5,4 g/g; con valores de color triestímulo que a modo de ejemplo serían: (L*=79-87, a*=-2,6÷ +0,3, b*=14-26).

Como resultados técnicos de la presente invención son las que responden a los siguientes datos:

Se tiene la decoloración de la pectina mediante la modificación de la protopectina y la eliminación de los flavonoides, sustancias oxidables y otros componentes de la célula vegetal materia prima; la modificación de pectina.

Gracias al método desarrollado se consigue la unión en un solo proceso químico de la hidrólisis y desestructuración de la protopectina durante una expansión súbita, y en una etapa posterior la extracción y la modificación de la pectina.

Prevención de reacciones laterales y reacciones de doble descomposición durante la extracción y durante el almacenamiento de la pectina.

Elevación de la concentración de pectina en el extracto (el grado extracción) desde 0,4-0,55% (dependiendo del modo de solución técnica desarrollada según lo expuesto) hasta 0,8-1,0% (del invento presente) con la disminución simultánea de la concentración de impurezas laterales desde 0,4-0,45% (dependiendo del modo de solución técnica adoptada) hasta 0,1-0,2% (del invento presente).

Aumento de la regularidad de estructura de pectina; control de la velocidad de despolimerización y elevación de la calidad durante la concentración a evaporación en vacío.

La etapa de concentración en las soluciones técnicas anteriores parte de un extracto de una concentración de pectina, C_{pm} , del 1,2-1,4% y de una concentración de sólidos solubles, C , de 1,4-1,6 °Brix, para llegar a un concentrado de pectina de características $C_{pm}=4,0-4,2\%$ y $C=4,1-4,3$ °Brix. En la presente invención la etapa de concentración parte de un extracto $C_{pm}=0,8-1,0\%$ y $C=1,0-1,1$ °Brix y da como resultado un concentrado de pectina $C_{pm}=4,0-8,0\%$ y $C=4,8-9,0$ °Brix, por una disminución en el volumen de 5,6-13,0 veces y que supone la concentración de 5 a 9 veces de la hidratopectina. Esta pectina es acromática entre 400-700 nm, sin picos de absorbancia a 250-380 (400) nm, fraccionada, con bajo índice de polydispersión menor de 2 y con una 1-, 3-modal distribución del peso molecular.

Simplificación de la automatización del proceso de extracción y obtención de pectina fraccionada y pectina modificada.

Reducción del tiempo de purificación y decoloración de la pectina y de la fibra incluyendo al de modificación lo que supone la reducción del tiempo sumario del proceso.

Elevación de la capacidad gelificante desde 150°SAG USA (dependiendo del modo de solución técnica adoptada) hasta 200-230° y más, hasta 250° SAG USA (del invento presente).

Elevación de la capacidad emulsionante manteniendo la estabilidad de la emulsión durante la centrifugación a $n= 4000-8000$ rpm. 20min.

Elevación del rendimiento de obtención por hora de pectina acromática fraccionada en 1,7-2,0 veces, tomando como referente el proceso tradicional.

Elevación en un 20-39% del rendimiento en la fabricación de pectina acromática fraccionada que es acromática en las fases sólida, disuelta, gelatinosa y emulsificada respecto al procedimiento tradicional.

Simplificación del proceso de fabricación de pectina homogénea estandarizada, con las propiedades dadas útiles para el uso, y de la fibra modificada dietética acromática válida para su consumo.

No es necesario utilizar un proceso de refinación del extracto de pectina por adsorción de las impurezas productoras de color. No es necesario el uso de purificación del polvo de pectina.

Reducción de consumo de energía eléctrica en la etapa de secado y trituración de la pectina acromática fraccionada y de la pectina modificada y de la pectina estandarizada. También se produce dicha reducción en la producción de fibra.

Reducción de la absorbencia de la pectina en el espectro visible (400-700 nm), en el ultravioleta (265, 295, 310, 320, 330, 345, 370 nm). También se da una reducción del color de la pectina desde amarillo o marfil claro hasta completamente blanca y de fibra desde amarillo hasta marfil claro.

Este procedimiento permite la fabricación de pectina acromática tanto en la fase sólida como en disolución, formando un gel o emulsionada, sin absorción en el intervalo 250-380 nm, y de 400-700 nm, con valores de color triestímulo que a modo de ejemplo serían: ($L^*=90,2-91,3$, $a^*=-3,7\div -1,9$, $b^*=2,6-14,9$).

Así mismo, el procedimiento permite la elevación del peso molecular promedio desde 5000-40000 Da hasta 45000-108000 Da (del invento presente), superior al del método tradicional. Por otro lado este procedimiento también permite la elaboración de la pectina modificada con un peso molecular 20000-40000 Da sin proceder con un segundo tratamiento.

Este procedimiento permite la obtención de pectina acromática fraccionada con el grado de esterificación deseado (de 12% a 81%) y pectina modificada con el grado de esterificación 5-11%.

Este procedimiento permite la obtención de pectina con un índice de dispersión menor de 2 y con la 1-, 3-modal distribución del peso molecular.

Este procedimiento permite la obtención de pectina estandarizada con una temperatura de gelificación desde 25°C hacia arriba.

Este procedimiento permite, por tanto, el aumento de la homogeneidad de la pectina estandarizada.

La pectina en polvo obtenida tiene un grado de pureza del 86-90% de pectina, es acromática a 400-700 nm, y puede modificarse de manera controlada al grado de esterificación y al peso molecular deseado. No tiene color [$L^*=90,2-91,3$, $a^*=-3,7\div -1,9$, $b^*=2,6-14,9$], ni olor, ni trazas de flavonoides, carece de sustancias susceptibles de oxidación durante el almacenamiento y sin absorbancia entre 250 y 380 (400) nm. Con un peso molecular media medida por viscosidad de 45-108 KDa y de 20-40 KDa, con un grado de esterificación ajustable entre un 12% y un 81% y de 5-11%, con un rendimiento de 30-39% del peso seco de la materia prima. Con una capacidad gelatinizante de 200-230° SAG USA y más, hasta 250° SAG USA, con un contenido de ácido galacturónico de más de 65% y cuya estabilidad en emulsión durante la centrifugación a $n=4000-8000$ rpm. es de 20 minutos. Las pectinas homogéneas estandarizadas con capacidad gelatinizante de 150° SAG USA. Las fibras alimenticias (fibra modificada dietética) de color beige claro, sin sabor, sin olor, con una capacidad de retención de agua 10-20 g/g y una capacidad de retención de aceite 0,2-5,4 g/g, $W=10-13\%$.

Este procedimiento permite la obtención de cáscara para una producción de pectina acromática y fibra modificada dietética acromática.

Breve descripción de los dibujos y tablas

Figura 1: Esquema del método de preparación de la pectina acromática de bajo índice de polidispersión con una distribución 1, 3-modal y de alta y baja esterificación, pectina modificada, pectina estandarizada de alta y baja temperatura de gelificación y fibra dietética modificada acromáticas de alta capacidad de retención de agua y de alta y baja capacidad de retención de aceite.

Tabla 1: Parámetros y resultados del método de preparación de la pectina acromática fraccionada.

Figura 2: Espectro UV del ácido di-Galacturónico (SIGMA-ALDRICH-2005, $C_{12}H_{18}O_{13} \geq 85\%$ por HPLC, $PM=370,26$) (A). Se muestra para la valoración de la calidad de la pectina acromática de bajo índice de polidispersión con una distribución 1, 3-modal y de alta y baja esterificación por comparación. Espectro UV de la pectina acromática de bajo índice de polidispersión con una distribución 1, 3-modal de peso molecular y de alta esterificación (B) (tabla 1; No.2). Se puede comprobar el efecto del método de preparación de pectina acromática en la calidad final (la muestra no tiene flavonoides, ni sustancias susceptibles de oxidación durante el almacenamiento, y tampoco tiene absorbancia a 250-380 nm).

Figura 3: Cromatograma de HPLC de la pectina acromática de bajo índice de polidispersión con una distribución 1, 3-modal del peso molecular y de alta esterificación

(A) y pectina modificada (B) con un peso molecular de 38600 Da, con un grado de esterificación del 5%.

Tabla 2: Resultados del método de preparación de la pectina acromática estandarizada.

5 Tabla 3: Los resultados del efecto de aglomerar la cáscara de cítricos hasta un volumen específico 1,80-2,40 m³/t en el rendimiento de pectina.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Modos de realización de la invención

10 La invención será descrita ahora, sólo a título ilustrativo, por medio de los siguientes ejemplos que de ningún modo deberán ser considerados como limitativos del alcance de la invención.

Ejemplos de la invención.

Ejemplo 1: Preparación de la pectina acromática de bajo índice de polidispersión con una distribución 1, 3-modal de peso molecular y de alta y baja esterificación.

15 100kg de corteza de cítricos, fresca, con W 85,7%, se trituran hasta un volumen específico γ_v 1,48 m³/t. Se tratan con 175 kg agua (sin depuración especial), a temperatura ambiente, t=10 min; q=1,75, hasta alcanzar una concentración de las sustancias secas solubles 1,6° Brix; $\chi=20,1^\circ\text{dF}$; $\lambda=2000 \mu\text{s/cm}$; pH=3,45; C_p=0,09%. Se decantan 133 kg de las cortezas con una humedad del 89,2% y un volumen específico de

20 1,0 m³/t.

Luego, se lava la corteza con 233 kg de agua desmineralizada de conductividad igual a 350 $\mu\text{S/cm}$, a temperatura ambiente, T=20°C, pH=3,70, q=1,75 durante un tiempo t=15 min, hasta el C=0,5° Brix, la dureza de las aguas de reciclaje 2,7°dF, conductividad de 572 $\mu\text{s/cm}$, la concentración de pectina igual a 0,04%. Se evacuan 132 kg de corteza

25 con una humedad del 89,2%, y un volumen específico de 0,99 m³/t.

El proceso de quimioabsorción según el cual se produce la modificación y decoloración se verifica con 198 kg de peróxido de hidrógeno al 3,0% con un

30 pH₁ de 4,10 a 3,86 y una temperatura ambiente de 20°C, sin termostatación. El proceso se lleva a cabo durante 15 minutos, con una relación de fases de 1,5.

Para modificar se utilizan las siguientes condiciones: pH_{1m}=4,10 y t_{1m}=12 min. A continuación se produce la decoloración de la protopectina con las siguientes condiciones: pH_{1h}=3,86 y t_{1h}=3 min. La decoloración se realiza hasta que se cumplen las siguientes condiciones: pH=3,84; C_p=0,02%; C=0,19° Brix y conductividad del agua \leq

1025 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Después, se separan las cortezas así preparadas; que resultan con una humedad del 90,0% y un volumen específico de 1,3 m^3/t .

Después de la modificación y decoloración de la corteza y de la protopectina se utiliza una expansión súbita. Posteriormente se realiza desestructuración, hidrólisis de la
5 cáscara obtenida por expansión súbita, se extraen las pectinas y se modifican mediante tratamiento ácido con 463 kg de una disolución de ácido nítrico, durante 60 minutos. De esta forma, se obtiene pectina a $\text{pH}_2=2,78$; temperatura de 76°C ; relación de fases de 4,0 y un contenido en el medio dispersante de pectina soluble de 0,85% y el $\text{C}=0,93^\circ\text{Brix}$, con un grado de esterificación de 74%.

10 Se enfría la suspensión hasta 35°C . La suspensión se separa por decantación forzada para obtener por un lado, la fibra dietética modificada húmeda y, por otro, el extracto. Se separa del extracto la fibra modificada dietética húmeda por decantación forzada hasta que su concentración sea del 9% en sólidos centrifugables y, posteriormente, se la somete a centrifugación hasta que la concentración de la
15 suspensión residual sea menor de 0,02%.

Se regula el grado de esterificación y el peso molecular de pectina mediante una filtración tangencial. Finalmente, se obtienen 402 kg de extracto con una concentración de pectina soluble fraccionada de 0,85%, a un $\text{pH}=2,70$, con una viscosidad de 10 cst. Así mismo, se obtienen 103 kg de fibra dietética modificada acromática con una humedad
20 del 95,2% y un volumen específico de 1,1 m^3/t .

Posteriormente, se procede a concentrar el extracto por evaporación a vacío, a temperatura de entre $50\text{-}55^\circ\text{C}$; hasta que la concentración de pectina soluble acromática fraccionada sea del 7,0% y la suma total de sustancias solubles del $7,63^\circ\text{Brix}$. Finalmente, se obtiene un volumen de concentrado de 43 m^3 .

25 La coagulación de pectina se realiza con una mezcla de alcoholes C_2/C_3 en una proporción 1/1. Después, se lava el coágulo con una pequeña cantidad de alcohol C_2 . Se prensa el coágulo lavado hasta que la humedad sea del 70%. Se trituran y secan en condiciones ambiente y se obtienen 3,4 kg de pectina acromática fraccionada en forma de un polvo seco, con humedad del 10%. El rendimiento de producción es de 3,4%, a
30 partir de 100 kg de corteza fresca de cítricos (con humedad del 85,7%) y de 21,6%, a partir de la corteza seca de cítricos con humedad del 10%.

La pectina en polvo tiene un grado de riqueza del 88% de pectina. Esta pectina es acromática entre 400-700 nm y con un grado esterificación del 74% y con un índice de dispersión menor de 2 y con una distribución del peso molecular 3-modal
35 (figura 3; A). No tiene color, $L^*=90,7$, $a^*=-0,07$, $b^*=+0,05$, ni olor, ni trazas de flavonoides, ni sustancias susceptibles de oxidación durante el almacenamiento y sin

absorbancia entre el intervalo 250-380 (400)nm (figura 2; B). Con un peso molecular medio medido por viscosidad de 91,2 KDa. Con la capacidad gelatinizante de 230° SAG USA y un contenido de ácido galacturónico de más de 65%. La estabilidad de emulsión durante la centrifugación a n=4000-8000 rpm es 20 minutos.

5 En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos con muestras de pectina acromática obtenidas según lo descrito en este ejemplo.

Tabla 1.Los parámetros y resultados del método de preparación de la pectina acromática fraccionada.

No			1	2	
Grado de esterificación,%			61	43	
Parámetros del color			L*=91,3 a*=-1,86 b*=+14,81	L*=90.2 a*=-3,76 b*=2,65	
Absorción a 250-380 (400)nm			-	-	
Quimicoabsorción Decoloración Modificación protopectina	Disolución peróxido de hidrógeno,%, C ₁		3,0	3,0	
	Gradiente, ▽ pH ₁		3,86←4,1	3,80←4,1	
	Temperatura, °C, T ₁		20	20	
	Modificación	pH _{1m}		4,1	4,1
		Tiempo,min,t _{1m}		12	12
	Hidrólisis	pH _{1h}		3,86	3,86
Tiempo,min,t _{1h}			3	3	
Hidrólisis Modificación extracción de la pectina	Tiempo,min,t ₂		90	120	
	pH ₂		2,78	2,78	
	Temperatura, °C,T ₂		76	76	

10

Ejemplo 2: Preparación de pectina acromática estandarizada con baja y alta temperatura de gelificación.

A partir de 100 kg de la disolución coloidal del concentrado de pectina de riqueza, con C_{mp}=7% y una C=7,63° Brix, se introducen 5,0 kg de dextrosa para estandarización, mezcladas previamente con 10 kg de agua destilada. Se agitan y termostatan a 50° C.

La disolución coloidal del concentrado de pectina con la dextrosa se seca en lecho hirviente por medio de aire inerte con un gradiente de temperatura de 130 °C a 80° C, y presiones de trabajo P= -0,8 bar y presiones de vapor P₁=5,8 bar y P₂=4,0 bar.

Ahora se obtienen 14,7 kg de pectina estandarizada homogeneizada a 150° SAG USA y una humedad, del 12%. El rendimiento de extracción es de 5,8%, a partir de 100

kg de corteza fresca de cítricos (con humedad 85,7%), y 40,6% de rendimiento a partir de corteza seca de cítricos. Esta pectina carece de color a 400-700nm y además es inodora.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos con muestras de pectina acromática estandarizada con baja y alta temperatura de gelificación obtenidas según lo

5 descrito en este ejemplo.

Tabla 2. Los resultados del método preparación de la pectina acromática estandarizada

No.		1	2	3	4	5
Masa de la disolución coloidal del concentrado de pectina modificada, kg		100	100	100	100	100
Concentración de la pectina modificada en la disolución coloidal, C_{mp} , %.		7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Concentración de la suma total de sustancias solubles en la disolución coloidal, C° Brix		7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
Grado de esterificación de la pectina modificada, %		38	33	33	56	56
Introducción un compuesto y un estabilizante de pH en la disolución coloidal del concentrado de pectina acromática	Masa de Tri-Na-citrato, kg	0,53	0,71	0,71	2,65	2,65
	Masa de dextrosa, kg	4,24	-	8,17	-	4,73
	Masa de Cuatro-Na-pyrophosphato, kg	1,96	3,18	3,18	-	-
	Masa de Tri-Ca-ortophosphato, kg	1,96	-	-	-	-
Masa de la pectina acromática estandarizada, kg		18,3	12,5	20,8	11,3	16,1
Humedad de la pectina acromática estandarizada, %		12	12	12	12	12
Rendimiento de 100kg de la materia prima seca, %		50,5	34,6	57,5	31,1	44,4

Ejemplo 3: Preparación de la pectina modificada.

La pectina modificada se preparó como en el ejemplo 1 y se regula en función de las variables del proceso $f[\text{pH}_1, \text{pH}_2, t_1, t_2, C_1, T_2]$ con las siguientes condiciones:

5 $\text{pH}_1=6,2 \rightarrow 3,56$; $\text{pH}_{1m}= 3,72$ y $t_{1m}= 13$ minutos; $\text{pH}_{1h}=3,56$ y $t_{1h}=2$ minutos; $t_1=15$ min; $C_1=4,9\%$; $q_1=2$; $\text{pH}_2=2,52$; $t_2=60$ min; $T_2=85^\circ\text{C}$; $q_2=2$ y en la filtración tangencial.

Finalmente, la pectina modificada se obtiene (figura 3; B) con un peso molecular de 38600 Da y con un grado de esterificación del 5% directo del tratamiento.

Ejemplo 4: Preparación de la fibra dietética modificada acromática.

10 Se toman 100 kg de la suspensión, después de la etapa de desestructuración e hidrólisis de la protopectina, y después de la etapa que incluye la modificación y extracción, y dá lugar a una fase dispersa con un 0,85% de pectina soluble (a partir de una materia prima con un 20% de pectina), $\text{pH}=2,70$, y una viscosidad de 10 cst. Se enfría la suspensión hasta 35°C . Después, se separa la fibra húmeda del extracto
15 mediante decantación forzada hasta que su concentración sea del 9% y mediante centrifugación hasta que la concentración de la suspensión residual sea menor de 0,02%.

Se obtienen 94,5 kg de fibra modificada, con $W=95,2\%$, y un volumen específico de $1,08 \text{ m}^3/\text{t}$. Se deshidratan con 350 kg de la mezcla al 70-60% del alcohol usado. Después, se filtran, prensan, trituran, y secan en lecho hirviente.

20 Finalmente, se obtienen 5,0 kg de fibra dietética modificada de color marfil claro, sin sabor, sin olor, y con una capacidad de absorción de agua de 10,62 g/g, una capacidad de absorción de aceite 1,16 con valores de color triestímulo $L^*=79,73$; $a^*=-1,73$; $b^*=15,45$. y una humedad de $W=10\%$. El rendimiento de producción es del 5,4% a partir de corteza de cítricos fresca con humedad del 85,7%.

25 Ejemplo 5: Preparación de cáscara aglomerada de cítricos.

100kg de materia prima de cítricos, con $W 13\%$, se trituran hasta que un diámetro de su partícula sea de 4,0 a 7,0 mm y su volumen específico sea $\gamma_v 3,3 \text{ m}^3/\text{t}$. Después, se separan la corteza triturada de las membranas de baja concentración de pectina, capacidad de hinchamiento y retención de agua en un ciclono hasta que su
30 volumen específico sea $\gamma_v 2,08 \text{ m}^3/\text{t}$. Se obtienen la cáscara aglomerada en 1,96 veces y con un diámetro de su partícula, R, comprendido entre 2,5-4,5 mm.

La productividad en la fabricación de pectina acromática con bajo índice de polidispersión, menor 2, con una distribución de peso molecular de 1-, 3-modal y de alta y baja esterificación es 39% a partir de la corteza obtenida.

35 Los resultados de la trituración de varias muestras de cáscara de cítricos se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3.

No.	1	2	3
Masa de la materia prima, kg	100	100	100
R de la materia prima, mm	2,5-4,5	2,5-6,5	4,0-7,0
Concentración de las membranas pobres de pectina y con capacidad de hinchamiento reducida, %	2	5	50
Volumen específico de la materia prima, m ³ /t	2,08	2,56	3,30
Aumento de la concentración	1,96vez	1,90vez	0
El rendimiento de la pectina, %	30-39	28-35	12-20

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de pectina acromática de alta y baja esterificación con índice de polidispersión menor de 2 y con una distribución de peso molecular 1-, 3-modal, pectina modificada, pectina estandarizada y fibra dietética modificada acromática, a partir de cortezas de cítricos, caracterizado porque comprende las etapas de:

- (a) aglomeración por trituración de la materia prima hasta un volumen específico comprendido entre 1,40 y 2,40 m³/t, un primer lavado de la materia prima triturada con agua a temperatura ambiente, un pH entre 3,3 y 6,0, una relación de fases, q, entre 1,0 y 3,0 y un segundo lavado con agua desmineralizada de conductividad entre 300 y 450 µS/cm, pH entre 3,3 y 6,0, durante 15-20 min, para obtener un bagazo con una humedad de 86-92% y un volumen específico de 0,95-1,65 m³/t;

- (b) modificación y decoloración de la protopectina mediante tratamiento del bagazo obtenido en la etapa (a) con peróxido de hidrógeno a un gradiente del pH desde 6,2 hasta 3,6 durante 5-20 minutos con una concentración entre un 1,0% y un 5,0%, a temperatura ambiente, y una relación de fases, q, de 1,0 – 3,0;

- (c) desestructuración del producto obtenido en la etapa (b) e hidrólisis de la protopectina por expansión súbita,

- (d) extracción y modificación de la pectina con tratamiento ácido del producto obtenido en la etapa (c), durante 30-120 min, a pH de 2,7-3,5, una temperatura de 70-85° C, y una relación de fases, q, de 4,0-6,0, hasta obtener un extracto con concentración de pectina del 0,8-1,0% en el medio soluble y una viscosidad de 8-15 cSt (8×10^{-6} - $1,5 \times 10^{-6}$ m²/s);

- (e) enfriamiento de la suspensión obtenida en la etapa (d) hasta una temperatura de 30-40°C, separación por decantación vertical para obtener por un lado, fibra modificada dietética con humedad, W, de 93-96% y volumen específico de 0,8-1,2 m³/t y, por otro, un extracto, el cual se somete a centrifugación y fraccionamiento para obtener un segundo extracto consistente en pectina soluble de 0,8-1,0% de concentración;

- (f) evaporación a vacío del segundo extracto obtenido en la etapa (e), mediante calentamiento suave a 50-65° C, hasta obtener una disolución con un valor de concentración de pectina soluble de 4,0-8,0%,

- (g) la pectina acromática obtenida en la etapa (f) se homogeneiza, introduciendo, respecto a la pectina, de un 20 a un 70% de un compuesto de estandarización previamente mezclado con agua y un estabilizador de pH en dicha disolución concentrada de pectina y se seca en lecho hirviente.

2. Método según la reivindicación 1 caracterizado porque tras en la etapa (g) la pectina acromática se seca en lecho hirviente con aire inerte, a temperatura de 130 a 80°C, y vacío de -0,1 hasta -0,9 bar.

3. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque tras la etapa (e) dicha disolución concentrada de pectina se somete a coagulación con una mezcla de alcoholes de 2 y 3 átomos de carbono, según una proporción 1:1, a un lavado del coágulo con uno de dichos alcoholes, al prensado el coágulo hasta una humedad de 70%, su trituración antes secarlo y secado hasta obtener pectina en polvo.

4. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la fibra modificada dietética separada por decantación vertical en la etapa (e) se deshidrata, filtra, prensa, tritura y seca.

5. Método según las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la pectina acromática obtenida presenta un grado de esterificación ajustable entre el 12 y el 81%, sin absorbción en el intervalo 250-380 nm.

6. Método según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la pectina acromática modificada obtenida presenta un peso molecular de 20-40 KDa, con un grado de esterificación de 5-11%.

7. Método según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la fibra dietética acromática obtenida presenta una capacidad de retención de agua entre 10-20g/g y de aceite entre 0,2-5,4g/g.

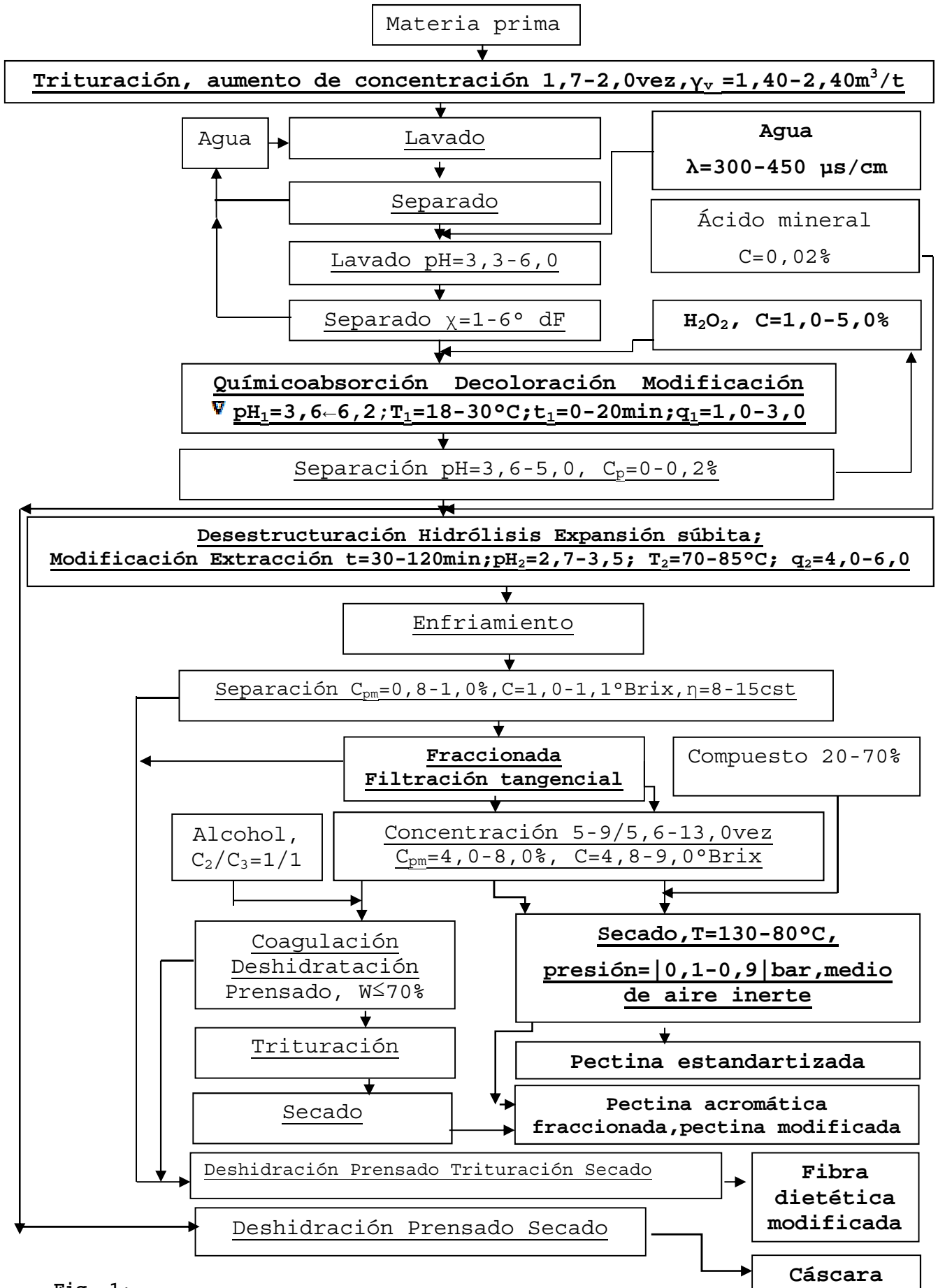


Fig. 1:

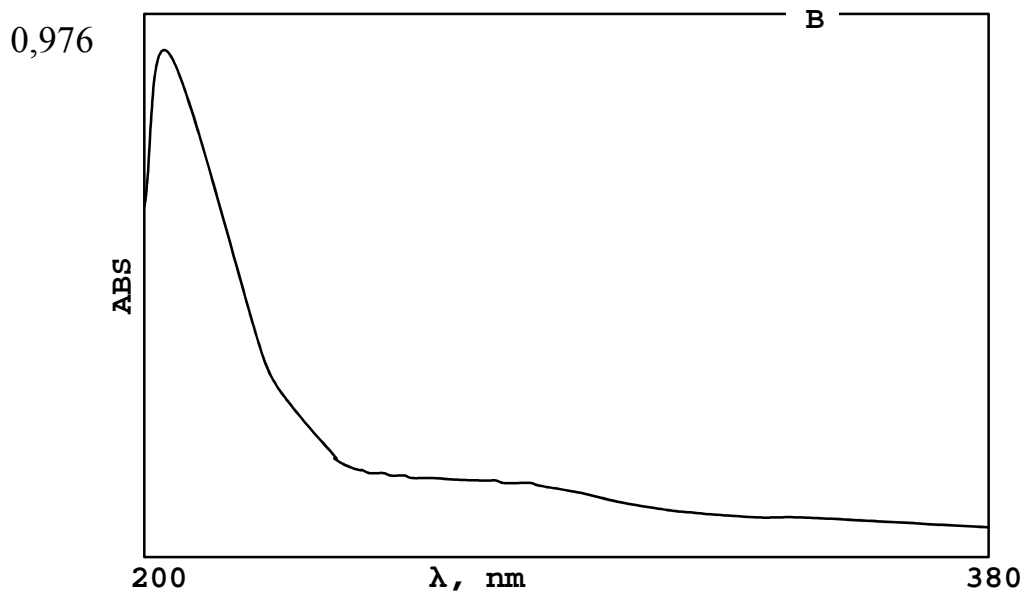
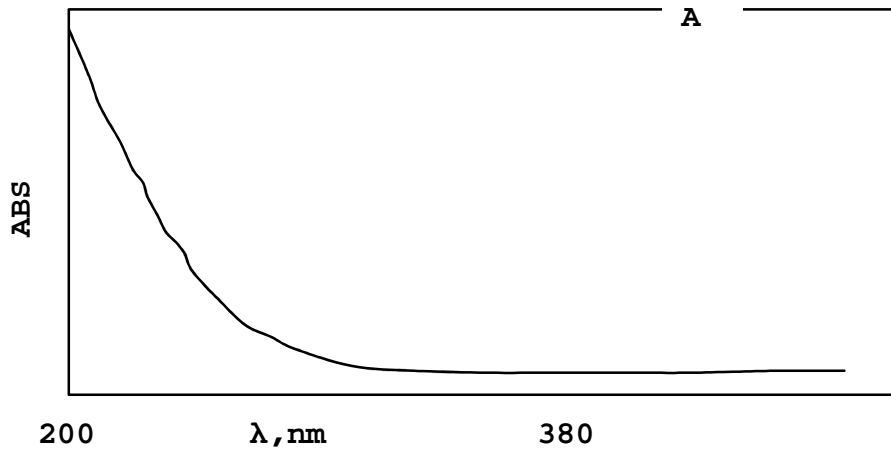


Figura. 2

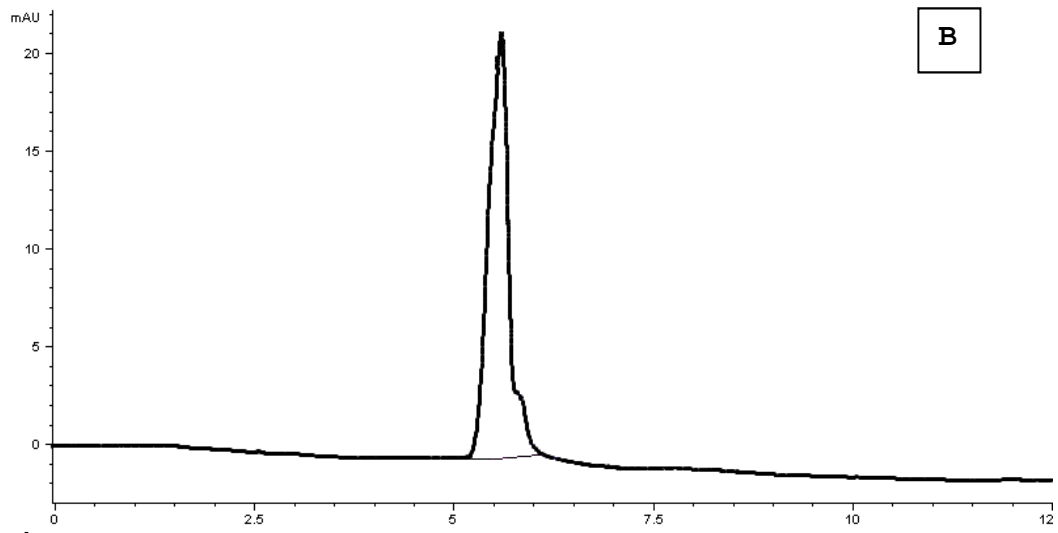
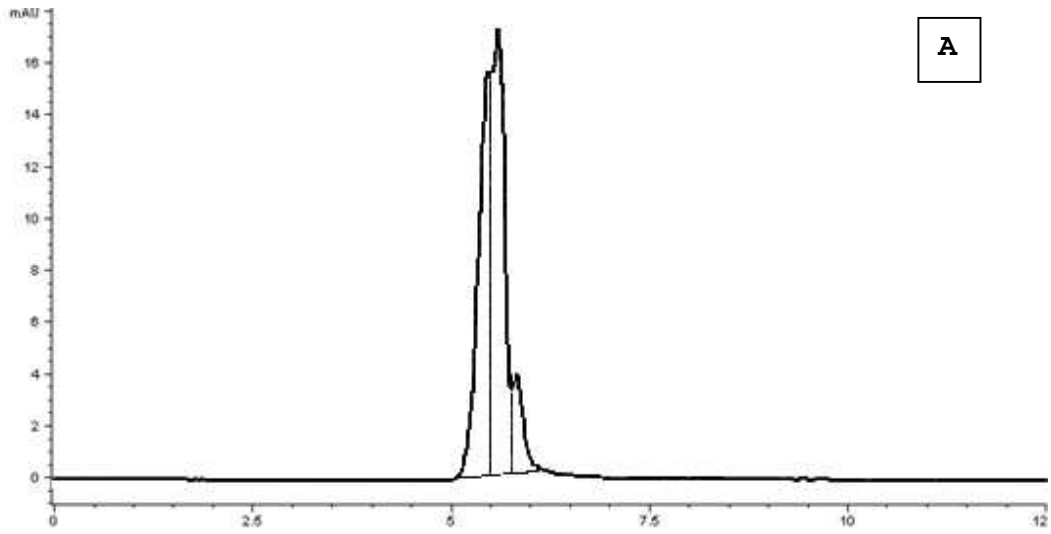


Figura. 3