



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 292 793**

51 Int. Cl.:
C08B 30/04 (2006.01)
A23J 1/12 (2006.01)
A23J 1/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02757797 .2**
86 Fecha de presentación : **22.03.2002**
87 Número de publicación de la solicitud: **1372404**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2004**

54 Título: **Proceso para la desaglomeración y la dispersión homogénea de partículas de almidón.**

30 Prioridad: **29.03.2001 US 819992**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

73 Titular/es: **The United States of America,
represented by The Secretary of Agriculture
1400 Independence Avenue S.W.
Washington, District of Columbia 20250-0302, US**

72 Inventor/es: **Guraya, Harmeet, S.**

74 Agente: **Cañadell Isern, Roberto**

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

DESCRIPCIÓN

Proceso para la desaglomeración y la dispersión homogénea de partículas de almidón.

La presente invención se refiere a un método eficaz "de tipo natural" para romper físicamente, bajo presiones elevadas, aglomerados de proteínas-almidón en lodos acuosos de granos parcialmente procesados y semillas de legumbres no cereales, utilizando un dispositivo como un microfluidizador, que imprime cizallamiento, cavitación impacto. La desaglomeración en las condiciones de la invención, facilita el aislamiento de almidón y proteínas de gran pureza y calidad y hace posible la recuperación de nuevas combinaciones de almidón-proteína.

La preparación comercial de almidón a partir de granos, como p. ej. el arroz, ha sido una práctica común, a escala limitada, en los Estados Unidos. La preparación comercial de almidón de arroz ha sido descrita por Hogan (1967. en *Starch: Chemistry and Technology*, Whistler *et al.* (Eds). Academic Press, Orlando, FL, p. 65). Se han aportado pocos cambios en el proceso desde los años 60, como p. ej. el proceso de molienda por vía húmeda para el arroz, que sigue siendo el mismo desde hace décadas. El proceso consiste en remojar arroz fragmentado en una solución de hidróxido sódico al 0,3-0,5% durante un período de tiempo de 24 horas y a temperatura ambiente hasta 50°C. El arroz remojado se tritura o moltura por vía húmeda. La suspensión de almidón se almacena entonces durante 10-24 horas más, seguido de centrifugación para recuperar el almidón, que se lava luego con agua y posteriormente se seca. Se extrae y recupera la proteína por neutralización con ácido al pH isoelectrico de la proteína (pH 6,4). Se deja que el precipitado se deposite y se recupera en prensas de filtro o centrifugadoras (Cagampang, *et al.* 1966, *Cereal Chem.* 43: 145). Aunque este proceso de separación del almidón y la proteína del arroz es algo bien conocido y practicado en el estado de la técnica, se ha visto que algunas de sus desventajas están asociadas con estos tipos de procesos. Las desventajas consisten en que el hidróxido sódico degrada el componente proteínico, conduciendo a la formación de pequeños péptidos, que pueden causar un sabor amargo, dando por lo tanto un producto que no resulta adecuado para el consumo humano, y además, en que estos procesos requieren mucha energía y tiempo y un tratamiento costoso de las aguas residuales generadas, y además en que la utilización de alcalis y el problema de evacuación de la sal resultante constituye una preocupación medio ambiental.

Se ha utilizado cierto número de métodos de laboratorio diferentes para la separación de la proteína y del almidón del arroz (Hogan, J.T. *supra*; Juliano B.O. 1984. en *Starch: Chemistry and Technology*, 2ª edición, Whistler *et al.* (Eds). Academic Press, Orlando, FL, páginas 507-525). Además, también se pueden separar la proteína y el almidón del arroz utilizando un emulsionador (Kung *et al.*, 1987. *J. Chinese Agri. Chem. Soc.* 25: 299-307). Más recientemente, Bartsch *et al.*, también han descrito un proceso para la recuperación de almidón y proteína del arroz, que comprende las etapas de triturar en húmedo o en seco, macerar en una solución acuosa con un pH 9, añadir enzimas antes o durante la maceración y homogenizar durante o después de la maceración (DE 4428933, 22 de febrero, 1996). La homogenización se realiza en condiciones de presión indeterminadas, en un dispositivo de ultrasonido, un aparato de desintegración por microcavitación, un molino coloidal o un procedimiento en el que interviene el cribado, combinado con una bomba de desplazamiento.

En la literatura de patentes se ha descrito varias técnicas de aislamiento de almidón y proteína de maíz y otros granos, aunque están también asociadas con ciertas desventajas. La mayoría de las técnicas de aislamiento se refieren a la molturación de maíz por vía húmeda y la utilización de productos químicos para extraer la fracción proteínica. Dos procesos patentados, que se acercan a los aspectos físicos de la descomposición de la matriz proteína-almidón son los de Kampen (patente US 5,410,021, 25 de abril de 1995) y Huster *et al.* (patente US 4,415,701, 22 de noviembre de 1983).

Kampen describe el proceso de descomposición mecánica del almidón proteínico por molturación de desgaste por frotamiento por vía húmeda. Las partículas de grano, específicamente de maíz, se molturan hasta obtener un tamaño de partícula suficientemente pequeño para romper el enlace entre el almidón y la proteína y suficientemente grande para conservar prácticamente todos los gránulos de almidón intactos. Se extrae entonces la proteína con etanol y disolventes alcalinos, se separa y se seca para formar proteína y/o aislado proteínico. Los gránulos de almidón intactos se limpian y se secan. El molino de desgaste por frotación descrito en la patente consiste en dos discos de carborundo, uno de los cuales gira a una gran velocidad y el otro está estacionario. La reducción del tamaño de partículas se limita a la holgura entre los discos; por consiguiente, una vez que se ajusta la holgura a un tamaño superior al tamaño de la partícula más grande de gránulo, no se producirá la separación de los gránulos más pequeños, todavía incrustados en la matriz proteínica. El proceso se basa en la extracción química de proteína para producir gránulos de almidón intactos.

Huster *et al.* describen un proceso por vía húmeda de trituración de la materia prima remojada, en un dispositivo de alta presión equipado con un cabezal partidor o una válvula de desintegración. El proceso difería de los procedimientos anteriores en que la etapa de remojado se realizaba con baja presión 1000-1500 kPa (145-218 psi), acortando considerablemente el tiempo de remojado hasta tres horas o menos y el material remojado se sometía entonces a una presión óptima de 10000 kPa (1450 psi) en un dispositivo de alta presión, equipado con un cabezal partidor o una válvula de desintegración. La caída de presión cierta producida por el paso de un material a través de una pequeña hendidura lo somete a una aceleración elevada así como a un impacto y esfuerzo mecánico considerables. Se recomiendan presiones de por lo menos 1000 kPa (145 psi) y una presión óptima de 1000 kPa (1450 psi) para descomponer la estructura morfológica entre el grano de almidón y la matriz proteínica. Además, en el caso de maíz, la utilización de un cabezal partidor requería múltiples pasadas para lograr una desintegración completa.

Estudios ulteriores del grupo (Meuser *et al.* 1986. Cereals in a European Context/Firts Eur. Conf. On Food Sci. Pages 285-299; Meuser *et al.* 1985. New Approaches to Research on Cereal Carbohydrates, Hill *et al.*, Eds. Elsevier Science Publishers Amsterdam, The Netherlands, pages 161-180) revelan que se precisa un tiempo de remojado de 12 horas a presión atmosférica o 4 horas a 1500 kPa (218 psi), algunas veces en presencia de SO₂ para el maíz y otros granos y legumbres antes del procesamiento a presión elevada 10000 kPa (1450 psi) en el dispositivo con cabezal partidor y la distribución de tamaños de partícula cambia tras múltiples pasadas a través de la válvula de desintegración. La primera pasada a través de la válvula de desintegración da como resultado la concentración de la mayor parte de las partículas, del orden de 28-160 μm , en la segunda pasada un 8% de la fracción presenta partículas > 63 μm y después de la cuarta pasada se observan partículas en diferentes etapas de descomposición, que van desde las partículas intactas hasta la desintegración estructural completa. Además, esta tecnología, que utiliza la homogenización de baja presión, puede no ser adecuada para la producción de almidones de arroz, debido al tamaño reducido del gránulo y a la composición química diferente de la matriz proteína-almidón.

Los productos de arroz se utilizan en muchas aplicaciones, particularmente como ingredientes alimentarios. El almidón de arroz resulta útil, entre otras cosas, para mejorar la textura, mantener la estabilidad de congelación-descongelación y mejorar la retención de humedad de productos alimenticios. El almidón de arroz se utiliza como sucedáneo graso para reducir el contenido calórico y de grasa de los productos alimenticios. Se utilizan productos de arroz en alimentos preparados para niños sobre la base de que se digieren bien y carecen de gluten. La proteína del arroz, en su forma no degradada, es hipo-alérgica y resulta además valiosa desde el punto de vista nutricional. Al tratarse de un polvo muy fino, el almidón de arroz tiene también otras aplicaciones como en los polvos cosméticos de limpieza, agentes de apresto para la lavandería, polvo de papel fotográfico y de papel, revestimientos de azúcar, golosinas y excipiente para comprimidos farmacéuticos.

La calidad del almidón recuperado de los granos como el arroz o algunas legumbres es determinada por la cantidad de proteína residual, por la ausencia relativa de aglomerados de almidón-almidón y almidón-proteína, y por un bajo porcentaje de daño en el almidón. Por ejemplo, para que al almidón de arroz pueda funcionar de forma óptima como sucedáneo graso, el almidón deberá encontrarse predominantemente presente en forma de gránulos individuales. Si se pudiera desarrollar por ejemplo un proceso físico de separación de la harina de arroz, en el cual la proteína del arroz se pudiera separar del almidón sin contacto con productos químicos y sin añadir sabor amargo, la existencia de un segundo producto de valor añadido mejoraría el aspecto económico global del proceso de producción. El desarrollo sucesivo de un proceso comercial para fabricar un almidón y una proteína de arroz "totalmente natural", a un precio razonable, permitiría desarrollar una nueva industria y abrir nuevos mercados para el arroz.

Hemos descubierto que los lodos de harina amilácea de semilla molida que contiene partículas dispersas de aglomerados de proteína-almidón y almidón-almidón se pueden someter a un proceso de alta presión para obtener almidón y proteína desaglomerados. El material desaglomerado resultante está constituido esencialmente por gránulos de almidón intactos, individuales y proteína dispersada homogéneamente en una matriz líquida. El estado prácticamente inalterado de los materiales desaglomerados es de tal índole que se pueden tratar ulteriormente para obtener fracciones de almidón y de proteína de gran pureza, calidad mejorada y de más alto valor en el mercado si se compara con las fracciones producidas con otros métodos.

De conformidad con este descubrimiento, uno de los objetos de la invención es ofrecer un proceso nuevo de alta presión para el tratamiento de granos y legumbres parcialmente procesados, cuyo resultado es la desaglomeración del almidón y de la proteína, manteniendo y garantizando la integridad y la calidad de los dos componentes, almidón y proteína. Uno de los objetos de la invención es ofrecer un método para procesar un lodo de almidón bajo presiones elevadas, método en el que se desaglomeran partículas aglomeradas que contienen almidón y se dispersan homogéneamente posteriormente en una matriz líquida gránulos individuales de almidón y la proteína resultante de la desaglomeración. Entre otras cosas, el producto resultante del procedimiento de desaglomeración se puede utilizar en su forma acuosa, secado hasta obtener un polvo fino o someterse ulteriormente a procedimientos de separación, como p. ej. a técnicas de separación por tamaño de partícula o basadas en la densidad, para conseguir recuperar las fracciones de almidón y de proteína. En particular, se ofrece un método, mediante el cual se somete a procesamiento un lodo de arroz que contiene aglomerados de almidón-almidón y almidón-proteína, en un microfluidizador, obteniéndose como resultado unos gránulos de almidón de arroz desaglomerados y proteína de arroz homogéneamente dispersada en una matriz líquida.

En una realización preferida de la invención, se trata arroz ceroso y no ceroso para obtener un almidón y una proteína de arroz.

Otros objetos y ventajas de la invención se podrán apreciar fácilmente en la siguiente descripción.

La figura 1 muestra un diagrama de flujo de un microfluidizador útil para la realización del proceso de la invención.

La figura 2 es un diagrama de flujo, que ilustra opciones de trituración por vía seca y húmeda, utilizadas junto con el proceso de la invención.

La figura 3 muestra el efecto de la concentración (22%, 32% ó 36%) y del número de pasadas de lodo de harina de arroz no ceroso por un microfluidizador, sobre la solubilidad de la proteína recuperada en la fracción proteínica, es decir, sobre la cantidad de proteína ($\mu\text{g/ml}$) disuelta, medida dentro del intervalo de pH 3 - pH 10. La estimación combinada del error típico de la media es de 7,80.

ES 2 292 793 T3

La figura 4 muestra el efecto de la concentración (22%, 32% ó 36%) y del número de pasadas de lodo de harina de arroz no ceroso por un microfluidizador, sobre la solubilidad de la proteína recuperada en la fracción proteínica, es decir, sobre la cantidad de proteína ($\mu\text{g/ml}$) disuelta, medida dentro del intervalo de pH 3 - pH 10. La estimación combinada del error típico de la media es de 5,60.

La figura 5 muestra el efecto del tipo de arroz (ceroso y no ceroso), de la concentración y del número de pasadas de lodo de harina de arroz a través de un microfluidizador, en la solubilidad de la proteína recuperada en la fracción proteínica, es decir, sobre la cantidad de proteína ($\mu\text{g/ml}$) disuelta, medida en el intervalo de pH 3 - pH 10. La estimación combinada del error típico de la media es de 4,89.

Las figuras 6a-6h muestran microgramas electrónicos de harina cerosa (figuras 6a-6d) y no cerosa (figuras 6e-6h) en diversas etapas del proceso para producir gránulos de almidón revestidos de proteína. Las figuras 6a y 6e son microgramas electrónicos del producto de 120 mallas, antes de la microfluidización. Las figuras 6b y 6f presentan el producto microfluidizado, desaglomerado completamente, que presenta los gránulos de almidón individuales de harina cerosa y no cerosa, respectivamente. Las figuras 6c y 6g muestran los efectos del spray que seca los gránulos de almidón microfluidizados, la proteína se seca sobre el almidón y los gránulos se reaglomeran. Los aglomerados de gránulo de arroz revestido se desaglomeran para producir partículas de almidón cerosas (figuras 6d) y no cerosas (figura 6h) revestidas con proteína.

Las figuras 7a-7d muestran el análisis del tamaño de partícula de harina no cerosa en diversas etapas del proceso para producir gránulos de almidón revestidos de proteína. La figura 7a muestra harina no cerosa de 120 mallas; la figura 7b muestra almidón producido por microfluidización de harina no cerosa de 120 mallas; la figura 7c, harina no cerosa microfluidizada secada con spray y la 7d harina no cerosa secada con spray triturada (pin milled) cuatro veces.

Las figuras 8a-8d muestran el análisis del tamaño de partícula de harina cerosa en diversas etapas del proceso para producir gránulos de almidón revestidos de proteína. La figura 8a muestra harina cerosa de 120 mallas; la 8b, almidón producido por microfluidización de harina cerosa de 120 mallas; la 8c, harina cerosa microfluidizada secada con spray y la figura 8d harina cerosa secada con spray triturada (pin milled) cuatro veces.

Las figuras 9a y 9b muestran el análisis del tamaño de partícula de harina de trigo después de triturar (pin milling) y de la fracción de almidón, desde la pasada tras la microfluidización, respectivamente.

Las figuras 10a y 10b muestran el análisis del tamaño de partícula de harina de centeno después de triturar (pin milling) y de la fracción de almidón desde la pasada 3 tras la microfluidización, respectivamente.

Las figuras 11a y 11b muestran el análisis de partícula de harina de maíz después de triturar (pin milling) y de la fracción de almidón desde la pasada 3 después de la microfluidización, respectivamente.

Las figuras 12a, 12b y 12c muestran el análisis de partícula de harinas de arroz de grano largo (figura 12a), medio (figura 12b) y corto (figura 12c) microfluidizadas en condiciones de planta piloto.

Los aglomerados que contienen almidón se procesan en un "microfluidizador" para obtener la desaglomeración y la dispersión homogénea de gránulos de almidón individuales y proteína. Los dispositivos preferidos para Elevar a cabo el proceso de la invención son los mencionados en la patente US 4,533,254 (patente '254) y 4,908,154. El microfluidizador especialmente preferido es un dispositivo de la patente '254 fabricado por Microfluidics Corp., Newton, MA, con el nombre de Microfluidizer®, figura 1. El Microfluidizer® es un dispositivo que se basa en la colisión entre partículas a presión elevada para romper partículas. Las presiones del fluido suelen oscilar entre 13.800 kPa (2000 psi) y 20.700 kPa (30.000 psi), con algunos microfluidizadores de tamaño de producción capaces de soportar presiones de hasta 276.000 kPa (40.000 psi).

En suma, el Microfluidizer® comprende una bomba de alta presión, que se utiliza para forzar el paso de un lodo acuoso a través de una cámara de interacción. Al ser impulsada la corriente de líquido hacia delante, a una presión elevada hacia el interior de la cámara de interacción, la corriente de líquido entra en la cámara de interacción a través de una entrada que tiene un diámetro predeterminado, siendo el resultado un aumento en las condiciones de presión al pasar el lodo por la entrada. La corriente de líquido se divide entonces en al menos dos corrientes laminares, por medio de un divisor de corriente. Cada corriente y por consiguiente cada producto se introduce a presión en unos canales del bloque de la cámara de interacción y se aplican unas fuerzas de cizallamiento a la corriente de líquido a lo largo de las paredes de los canales. Los canales están configurados para separar primero las corrientes laminares respectivas y luego llevar la una hacia la otra. Las corrientes convergen e impactan entre si a presión elevada, en un espacio que tiene una superficie y un volumen de sección transversal relativamente superior al de los dos canales. Este cambio rápido en área y volumen de la sección transversal tiene como resultado una disminución suficiente de presión para causar la vaporización y por consiguiente la cavitación en la corriente de fluido. La formación y desplome de burbujas de vapor se produce violentamente en un periodo de tiempo breve y produce un intenso esfuerzo cavitacional. El impacto es el resultado de las colisiones partícula-partícula entre las dos corrientes de líquido opuestas a presión elevada y gran velocidad, al volverse a formar una sola corriente. La colisión de corrientes de lodo líquido supone necesariamente la colisión de las partículas dentro de las corrientes. Las partículas (aglomerados) impactan en otras partículas (aglomerados), desaglomerándose todos los aglomerados sólidos. Las fuerzas de cizallamiento, cavitación e impacto que se describen más arriba son generadas en la cámara de interacción y actúan sobre las corrientes de fluido para lograr

una reducción del tamaño de la partícula y una distribución uniforme. Aunque todavía no se conoce claramente, en el estado de la técnica, el mecanismo exacto y la contribución de cada tipo de esfuerzo (cizallamiento, cavitación e impacto) en el resultado global, los efectos de dichos esfuerzos se pueden controlar de forma precisa, modificando las presiones, el diseño de la cámara y los números de cámaras, corrientes y bombas de presión, por ejemplo. El experto en la materia conoce bien los métodos existentes para alterar el diseño y los procedimientos de funcionamiento de un Microfluidizer®. Por consiguiente, los términos “microfluidización” y “microfluidizar” se utilizan aquí para referirse a un proceso que comprende al menos cizallamiento, cavitación e impacto, particularmente impacto, como el que se produce entre aglomerados cuando al menos dos corrientes líquidas de aglomerados colisionan a presión elevada y gran Velocidad, haciendo que un sólido suspendido en partículas finas se comporte como si fuera un fluido; el término “microfluidizador” se utiliza aquí para referirse a un aparato que se utiliza para “microfluidizar” y para la “microfluidización”. El término “Microfluidizer®” es un microfluidizador fabricado por Microfluidics Corp., Newton, MA. Se prefiere utilizar el “Microfluidizer®” en el método de desaglomeración/dispersión bajo presión elevada. No obstante, se pueden utilizar otros tipos de dispositivos con un diseño alternativo, dispositivos que, por si solos o en combinación, causan los esfuerzos de cizallamiento, impacto y cavitación como en el Microfluidizer®, obteniendo los mismos resultados, es decir, la desaglomeración de los aglomerados proteína-almidón con daño mínimo en el almidón y la dispersión homogénea de gránulos de almidón individuales y proteína en una matriz líquida. Se ha previsto que la microfluidización también se pueda realizar en ciertos dispositivos de homogenización capaces de trabajar con los requisitos de temperatura y presión de la invención, como el Homogenizador de Alta Presión Rannie (APV Corp., Wilmington, MA) o el Homogenizador Rotor-stator (Silverson L4R). La microfluidización se realiza convenientemente en un homogenizador de alta presión, que suele trabajar a presiones comprendidas entre aproximadamente 20700 kPa (3.000 psi) hasta 207.000 kPa (30.000 psi). De preferencia, estos procesos se realizan a presiones comprendidas entre aprox. 62.000 kPa (9.000 psi) hasta aprox. 103.000 kPa (15.000 psi). El producto resultante comprende proteína y gránulos discretos de almidón en una matriz líquida. Además de los procesos de homogenización a presión elevada, la invención comprende procesos que producen un cizallamiento elevado como los mezcladores de cizallamiento elevado, mezcladores hidro-cizalladores, mezcladores ultrasónicos, molinos coloidales, homogenizadores mezcladores, exposición a los ultrasonidos, impulsores de alto cizallamiento, disruptores celulares y chorros de agua, utilizados solos o en combinación con dispositivos de homogenización de alta presión, siempre que se utilicen según la reivindicación 1.

Se puede realizar un reciclado de la suspensión acuosa en el dispositivo de microfluidización que se describe en las patentes antes citadas, para seguir reduciendo el tamaño de las partículas aglomeradas y/o para que entren dentro de un intervalo particular de tamaño, es decir, hasta lograr el nivel deseado de desaglomeración. La eficacia y la capacidad se pueden controlar ajustando el diseño del microfluidizador, p. ej. aumentando el número de corrientes de interacción en la cámara y utilizando números y tipos variables de cámaras.

La mayoría de las cámaras de los microfluidizadores se dividen en cámaras en forma de Y o Z. Las cámaras Z suelen estar colocadas aguas abajo de una o más cámaras Y; la cámara de tipo Z proporciona contrapresión, garantizando el funcionamiento óptimo de una cámara Y. Los resultados preliminares obtenidos del procesamiento de arroz muestran que existe un mayor daño para el arroz cuando se procesa el lodo de harina de arroz exclusivamente en cámaras Z, debido posiblemente a que el lodo impacta contra las paredes sólidas de acero inoxidable. Cuando se producen daños en el almidón, se liberan cadenas de almidón, de peso molecular inferior, debido al cizallamiento y se dispersan aleatoriamente y se vuelven instantáneamente solubles. Por consiguiente, un incremento en el daño en el almidón se corresponde con un incremento en la solubilidad del almidón. Se esperarían daños de tipo similar si se utilizan homogeneizadores de caída de presión, que tienen válvulas de desintegración. Por el contrario, en la cámara Y impactan, la una contra la otra, dos corrientes similares de lodo de arroz, que se mueven a velocidades diferentes. El impacto partícula-partícula que se produce tras la colisión de las dos corrientes produce la desaglomeración deseada y se minimiza el daño del almidón. Por esta razón, se prefiere la configuración Y como cámara de reacción principal.

Cuando se combinan cámaras, puede ser necesario aumentar la presión debido a que se produce una caída de presión asociada con cada cámara adicional. Le corresponde al experto en la materia seleccionar las condiciones exactas para obtener el efecto deseado.

Para garantizar una separación limpia de la proteína del almidón, deben desaglomerarse los aglomerados de proteína-almidón y separarse entre sí los componentes desagregados resultantes. Se tiene que reducir a tamaño de gránulo individual de almidón la totalidad o prácticamente la totalidad de las partículas de almidón aglomerado (aglomerados almidón-almidón y almidón -proteína), es decir al tamaño de gránulos de almidón discretos. Aquí el “tamaño” de la partícula de almidón se suele expresar como el tamaño de la partícula de almidón “hidratada”. El tamaño se mide cuando las partículas de almidón están hidratadas, ya que los procesos y separaciones se producen en un lodo acuoso. El tamaño elegido deberá comprender la mayoría de los gránulos individuales de almidón. Utilizando arroz como ejemplo, el tamaño medio de partícula de arroz hidratado es de 5 micras. No obstante, el tamaño de gránulos individuales de almidón de arroz está comprendido realmente entre 1 micra y 12 micras aprox. Según el grano procesado, los aglomerados pueden contener otros componentes además de la proteína y del almidón, p. ej. almidón/proteína/fibra o almidón/proteína/aceite. Tal como se utiliza aquí, el término “almidón aislado” o “proteína aislada” se refiere a almidón o proteína separada de otros componentes del grano.

Si la reducción del tamaño de partícula es incompleta o si la gama del tamaño de las partículas no parece seguir un modelo de distribución esencialmente normal, entonces pueden quedar aglomerados de almidón-proteína en la fracción de almidón tras la centrifugación, aumentando de este modo la concentración proteínica del almidón. En tales casos,

independientemente del número de lavados, la concentración proteínica de las fracciones de almidón no disminuirá hasta el nivel alcanzado cuando se elimina toda la proteína desaglomerada. Para lograr una separación completa de la proteína y obtener por lo tanto un producto de almidón puro, es extremadamente importante que se produzca una reducción completa en el tamaño de la partícula. Además, debido a que los gránulos de almidón intactos tienen más valor comercial, es preciso minimizar el daño en los gránulos de almidón. El producto resultante del procedimiento de desaglomeración de la invención es esencialmente gránulos de almidón individuales y proteína en una matriz líquida. Hay que señalar sin embargo que el método de la invención también se puede utilizar en aquellas situaciones en las que no se requiere un proceso completo que de gránulos de almidón individuales, p. ej. cuando se desea obtener la ventaja de un daño reducido en almidón pero no se requiere la separación óptima del almidón y la proteína.

Para que el microfluidizador pueda realizar los procesos de desaglomeración y dispersión de la forma más eficaz posible, las partículas que contienen almidón del material de partida (granos, guisantes o alubias) se deberán procesar primero parcialmente. Aquí el término “procesar parcialmente” se utiliza para describir el material de partida en el que el tamaño inicial de la partícula ha sido reducido por medio de un tratamiento preparatorio físico/mecánico hasta un tamaño compatible con un microfluidizador, p. ej. hasta cierto grosor de malla. El proceso de reducción del tamaño inicial puede utilizar un equipo de reducción de tamaño de trituración por vía seca y/o por vía húmeda. Se añade agua u otro medio acuoso tanto para hidratar el almidón como para conseguir un flujo compatible con el micro fluidizador. La etapa de trituración comprende la trituración de partículas de harina de grano hasta el punto de que se pueda mantener un flujo, algo que suele ocurrir cuando prácticamente ninguna de las partículas excede de 250 micras aprox. Las partículas tienen de preferencia un tamaño de 120 mallas (mesh) o aprox. 125 micras o menos. Los mayores tamaños de partícula obtenidos p. ej. en el pre-cribado sobre 80 mesh pueden causar la obstrucción del microfluidizador. No obstante, se pueden impulsar partículas grandes, como las de 250 micras a través del microfluidizador, utilizando una presión más elevada.

El término “procesado parcialmente” no comprende los procedimientos de tratamiento previo que se requieren para los procesos descritos en la sección “Descripción del estado de la técnica”, es decir tratamientos previos con productos químicos como etanol o disolventes alcalinos, para extraer la fracción proteínica con enzimas, con alcalis para aumentar el pH y facilitar la digestión de enzimas o la fragmentación de estructura; o asimismo con ácidos SO_2 , para ajustar el pH o facilitar la digestión o la fragmentación. No se requieren tratamientos químicos para realizar este proceso nuevo, que se puede describir esencialmente como un “proceso natural”. Si bien se prefiere material de partida no tratado químicamente, este método no descarta la utilización de material de partida, tratado previamente de modo químico o enzimático. Este tipo de material de partida se puede usar en aquellas circunstancias en las que no se requiere el “procesamiento natural”, como p. ej. cuando la calidad de la proteína no es el aspecto fundamental, aunque puedan resultar útiles ciertas ventajas particulares de este proceso de “microfluidización”, p. ej. cuando se trata de reducir el tamaño de los aglomerados de almidón hasta obtener un tamaño de gránulo de almidón prácticamente individual, con daños mínimos para el almidón.

La figura 2 ilustra tratamientos previos alternativos, que se pueden utilizar con arroz ceroso y no ceroso antes de la microfluidización. El proceso descrito puede ser un proceso de trituración por vía húmeda (izquierda) o por vía seca (derecha). Cuando se utiliza el proceso por vía seca, se reduce primero todo el arroz a un tamaño de partícula predeterminado utilizando un molino/triturador (pin mill) u otro equipo de reducción de tamaño. La harina resultante se hidrata entonces con agua para obtener un flujo compatible con el microfluidizador. Cuando se realiza el proceso de trituración por vía húmeda, el material de partida, arroz completo o fragmentado, se hidrata y se hace pasar luego a través de trituradores de reducción de tamaño hasta obtener un tamaño particular que garantiza un flujo compatible con el microfluidizador.

El método descrito anteriormente se puede utilizar para procesar harina amilácea de semillas trituradas, incluso harina de arroz y otras harinas de grano, tales como el maíz, la avena, el sorgo, la cebada, el trigo, el centeno, el mijo, así como algunas semillas de legumbres como guisantes, y algunas alubias, como p. ej. soja, judía, garbanzo. Otros granos pueden resultar adecuados para la desaglomeración con este método, como podrá apreciar fácilmente un experto en la materia.

Tras la microfluidización, se puede utilizar el material desaglomerado en forma acuosa o someterlo a procedimientos de separación, basados en la densidad para separar los productos purificados de proteína y almidón o a procedimientos de secado para generar gránulos de almidón revestidos de proteína. El experto en la materia podrá optar, en ciertos casos, por incluir una etapa adicional de separación por tamaño entre las etapas de microfluidización y de separación basada en densidad. En estas circunstancias, se puede eliminar las partículas de tamaño superior o inferior utilizando técnicas de separación por tamaño, como p. ej. cribado, centrifugación tratamiento por hidrociclón, y/o cribado a presión.

Una vez terminada la desaglomeración, como resultado de la microfluidización, se obtiene una mejor separación basada en la densidad del almidón y de la proteína. Utilizando el microfluidizador, se recupera almidón desaglomerado hasta formar gránulos individuales. El producto de almidón recuperado tras la microfluidización ya no está aglomerado con la proteína; por consiguiente después de la centrifugación/separación, el producto de almidón es principalmente almidón. La cantidad de proteína presente en el producto de almidón es baja (es decir significativamente inferior a la presente en el material de partida y también baja para este tipo de “procesamiento natural” donde los productos químicos y enzimas utilizados convencionalmente en el estado de la técnica no se utilizan y donde la separación se puede mejorar todavía más utilizando los aparatos empleados de forma rutinaria en operaciones comerciales, como

p. ej. hidrociclones). El almidón obtenido después de la separación mantiene las características pastosas del almidón original y presenta menos daño en el almidón que un producto de almidón obtenido como resultado de métodos de procesamiento que usan la fragmentación física o mecánica del estado de la técnica, en los que se mide la susceptibilidad a la digestión con amilasa, o determinando la integridad del gránulo por microscopia electrónica de barrido.

La proteína obtenida utilizando el proceso no tiene sabor amargo, es decir que el sabor amargo asociado con la enzima y los tratamientos químicos se encuentra ausente. Por consiguiente, la proteína generada con este proceso resulta adecuada para el consumo humano. Además, el producto proteínico presenta una mayor solubilidad si se compara con los productos proteínicos obtenidos de métodos de procesamiento, en los que se emplean métodos de fragmentación físicos o mecánicos del estado de la técnica para procesar material de partida idéntico. Se puede utilizar, por tanto, el producto proteínico con solubilidad mejorada en aplicaciones para bebidas. La existencia de este segundo producto de valor añadido mejora la economía global del proceso de producción, que puede conducir a la posibilidad de fabricar, p. ej. almidón y proteína, “totalmente naturales” de precio razonable.

En una realización alternativa, el material desaglomerado, microfluidizado, que comprende gránulos de almidón desaglomerados y proteína homogéneamente dispersada en una matriz, se puede someter a procedimientos de secado por pulverización, que conducen a la obtención de un producto de almidón/proteína de gran calidad, los gránulos de almidón recubiertos con proteína. Aquí, los términos “recubre y recubiertos” se refieren a la proteína que forma un recubrimiento continuo o discontinuo sobre los gránulos de almidón. Además de los secadores por pulverización, se pueden usar otros tipos de secadores para generar almidón recubierto con proteína, como p. ej. secadores de túnel, secadores flash, secadores anulares y secadores/triburadores celulares multirrotor. Además, el producto de almidón recubierto de proteína puede variar con respecto a las cantidades de proteína y almidón en el producto de almidón recubierto de proteína, enriqueciendo con más proteínas u otros ingredientes antes del proceso de secado por pulverización.

Los siguientes ejemplos se ofrecen como descripción adicional de la invención y de los métodos para llevarla a la práctica. No pretenden ser limitativos y lo que quieren ofrecer es una guía para saber cómo se puede llevar la invención a la práctica.

Las pruebas realizadas para determinar las propiedades físico químicas de las fracciones de proteína y almidón y del almidón encapsulado en proteína comprendían análisis de tamaño de partícula, proteína total y solubilidad de la proteína, tal como se describe a continuación; microscopia electrónica de barrido (descrita a continuación); daños en el almidón (AACC Método 76-30A), propiedades pastosas (pasting) (AACC Método 61-02), y análisis de la humedad (AOAC Método oficial 925.09).

Análisis del tamaño de la partícula

Se realizó el análisis del tamaño de la partícula de almidón en el analizador de tamaño de partícula Coulter Small Volume Module Model LS230. Se combinó 1,5 g de almidón con 10 ml de agua desionizada y sometida a movimiento vorticial. Se añadió el lodo de almidón diluido en la misma puerta de muestra hasta que el instrumento marcó 45% PIDS (Dispersión Diferencial de Intensidad de Polarización) o 10-14% de oscurecimiento. Se utilizó agua como líquido de suspensión dentro del instrumento. Como el almidón de arroz hidratado tiene un tamaño de partícula máximo de 10 micras, el tamaño de partícula se indicó como porcentaje de las partículas que tenían un tamaño inferior a 10 micras, para indicar si se había conseguido una descomposición completa del aglomerado.

Análisis de la proteína

El análisis de la proteína se realizó sobre las tres fracciones, el sobrenadante, la fracción proteínica y la fracción de almidón utilizando el Analizador de Proteína LECO (Modelo FP-2000, LECO Corporation, St. Joseph, MN). El instrumento se calibró usando glicina, siguiendo el protocolo recomendado por la compañía. El valor de % de nitrógeno se multiplicó por 5,95 para obtener el % de proteína.

Análisis de solubilidad de la proteína

La solubilidad de la proteína se midió disolviendo 0,05 g de proteína en 25 ml de agua a un pH 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 10. La suspensión se agitó en un agitador magnético durante 15 minutos, seguido de centrifugación (Sorvall RC-5C Plus. SLA-1000 rotor, Dupont, Newton, MA) a 14.237 g. El sobrenadante se filtró a través de papel de filtro Whatman n° 4 y se analizó la proteína total del filtrado utilizando el kit Bio-Rad DC Protein Assay Kit (Bio-Rad Laboratories, Hercules, CA).

Microscopia electrónica de barrido

La microscopia electrónica de barrido (SEM) se realizó utilizando un Hitachi Modelo S-510. Se secaron muestras de almidón en un horno al vacío (AOAC Método Oficial 925.09). Se colocó sobre el soporte (stub) una cinta de doble cara. El soporte se sumergió dentro de la muestra y se sangró (tapped) una vez para quitar los gránulos sueltos de almidón. Las muestras se colocaron en un recubridor sputter Hummer II y se recubrieron con 20-30 nm de oro/paladio y se examinaron por SEM.

Ejemplo 1

Se obtuvo en Sage V Foods, Freeport TX arroz entero y harinas de arroz ceroso y no ceroso (RF-W1120 y RF-LO120 respectivamente), que se trituraron hasta obtener una harina de 120 mesh para mantener un flujo consistente de entrada en el microfluidizador.

Se equilibró un Microfluidizer® modelo 110-T (MFIC Corporation, Newton MA) usando agua. El Microfluidizer® se equipó con dos cámaras: F20Y y H230Z. Se hicieron pasar dos veces por el Microfluidizer® a 100.000 kPa (14500 psi) unos lodos de harina cerosa y no cerosa a concentraciones de 22%, 32% y 36% (peso/volumen) en agua. Se recogieron muestras de cada pasada para su análisis ulterior. Tras la microfluidización, el lodo de arroz se hizo pasar por serpientes refrigerantes, refrigerados por hielo, para eliminar todo calor añadido durante la microfluidización.

El lodo se recicló a través de un homogenizador del microfluidizador hasta que el tamaño medio de partícula se redujo a menos de 10 micras o hasta que se desintegraron todos los aglomerados. El grado de desaglomeración producida es función de la presión y de la velocidad en la microfluidización y de la concentración elegida de lodo de almidón de arroz.

Se determinaron los efectos del tipo de almidón, concentración de almidón y número de pasadas del lodo de harina de almidón por el microfluidizador sobre el daño al almidón y el tamaño de partícula (Cuadro 1). Se determinó si la desaglomeración se había realizado completamente, mediante un análisis del tamaño de partícula, usando el método descrito anteriormente. Se observó en pruebas preliminares que, cuando los aglomerados de proteína-almidón están totalmente fragmentados, todas las partículas son inferiores a 10 micras. En el caso del arroz, se sabe que los tamaños de los gránulos de almidón individuales varían según la variedad del arroz que se está procesando. Por consiguiente, el "tamaño máximo" dado para un tamaño de entrada o un tamaño-objetivo, como p. ej. aquí "<10 micras" variará según la variedad de arroz. Las variedades de arroz y las propiedades físicas del arroz (p. ej. el tamaño) son tratadas por Juliano (ver más arriba). El valor, < 20 micras, comprende todas las variedades de arroz conocidas; no obstante, en el futuro puede haber variedades mejoradas que comprendan tamaños de gránulo individual incluso mayores.

Se determinó el daño en el almidón utilizando AACC Método 76-30A. En suma, las muestras se trataron con alfa-amilasa. La cuantía de digestión observada en la muestra, comparada con el control es indicativa del daño en el almidón. El almidón dañado es digerido más fácilmente que el almidón no dañado.

CUADRO 1

Efecto del tipo de almidón, concentración y número de pasadas del lodo de harina de arroz a través del microfluidizador a 100.000kPa (14.500 psi) en el daño en el almidón y el tamaño de partícula

Tipo almidón	Con. %	% daño almidón		% tamaño partícula <10 micras	
		Pasada 1	Pasada 2	Pasada 3	Pasada 4
Ceroso	22	4.62 ± 1.85	5.82 ± 0.30	95.95 ± 3.94	97.62 ± 0.26
	32	5.52 ± 0.38	5.79 ± 0.09	96.00 ± 0.88	98.81 ± 0.15
	36	6.29 ± 0.53	6.81 ± 0.43	93.43 ± 3.07	99.59 ± 0.31
No Ceroso	22	5.90 ± 0.99	5.19 ± 0.33	86.41 ± 8.36	100.00 ± 0.00
	32	4.81 ± 0.29	5.30 ± 0.21	81.01 ± 11.41	99.91 ± 0.15
	36	5.28 ± 0.72	4.97 ± 0.33	88.24 ± 2.60	96.48 ± 4.10

* Concentración sólidos

El lodo de arroz que contiene partículas dispersadas de aglomerados de proteína-almidón (harina de arroz), cuando se somete a microfluidización a presión elevada, hace que la desaglomeración se complete en una a dos pasadas. Al realizar dos pasadas por el microfluidizador con el lodo de harina de arroz ceroso, se obtuvo con todas las concentraciones una reducción del tamaño de partícula del 98% o más (por lo menos 98% de las partículas quedaron reducidas en tamaño). En el caso de harina de arroz no ceroso, la segunda pasada por el microfluidizador consiguió más del 99% de descomposición de aglomerados para los lodos de 22% y 32%. No obstante, cuando se hizo pasar el lodo de 36% únicamente, se obtuvo una descomposición de aglomerado de proteína-almidón del 96%. Esto sugiere que existe un límite superior de concentración, entre 32-36% para la desaglomeración de almidón de arroz no ceroso en un microfluidizador. Este fenómeno no se observó con harina de arroz ceroso con la misma concentración. La diferencia puede ser debida a que el arroz ceroso es mucho más blando. La diferencia entre el lodo de harina de arroz ceroso 36% y el lodo de harina de arroz no ceroso 36% se puede apreciar después de la primera pasada por el microfluidizador. Se obtuvo un máximo del 93% de descomposición de aglomerado de proteína-almidón en el caso de lodo de harina de arroz ceroso 36%, mientras que únicamente se obtuvo una descomposición del aglomerado de proteína-almidón del 88% con el lodo de harina de arroz no ceroso 36%. El daño en el almidón se incrementó al aumentar la concentración de la harina de arroz ceroso en el lodo (Cuadro 1); no obstante, la magnitud del daño en el almidón se considera todavía

baja. El porcentaje máximo de daño en el almidón, observado después de dos pasadas fue del 6,8%; la mayoría de los valores se acercaban a 5,6%. La microfluidización causa menos daño en el almidón que el 7,93% y 8,2% de daño en el almidón observado en el almidón ceroso y no ceroso, respectivamente, que se puede adquirir en el mercado.

5 Ejemplo 2

Se recogieron en tubos de centrifugadora (250 ml de capacidad) muestras de lodo de arroz del microfluidizador. Se hizo pasar dos veces por el microfluidizador harina de arroz ceroso y no ceroso, de concentraciones diferentes. Se centrifugaron muestras del lodo microfluidizado (Sorvall RC-5C Plus, SLA-1000 rotor, Dupont, Newton, MA) a 14.237 g durante 10 minutos. El lodo de arroz microfluidizado se dividió en tres capas diferentes tras la centrifugación, es decir sobrenadante, proteína y almidón. Las capas de sobrenadante y proteína se separaron, se colocaron en contenedores separados y se almacenaron congeladas a -40°C hasta secarlas por congelación (Labconco, Model 79480, Labconco, Kansas City, MO). La fracción de almidón se volvió a suspender en agua y se centrifugó. Se repitió el proceso de resuspensión/centrifugación. Se secaron por congelación por separado los sobrenadantes de cada centrifugación. Se reunieron las proteínas de todas las centrifugaciones y luego se secaron por congelación. Tras la última centrifugación y decapado, se secó el almidón a 50°C en un horno de convección de aire caliente durante 24 horas.

El porcentaje de recuperación de sólidos secados en cada fase y el porcentaje de proteína en cada fracción se muestra en el Cuadro 2. El almidón puro que se encuentra en el comercio contiene 0,0-1,0% de proteína. No obstante, en el laboratorio, no se puede realizar la clasificación/separación y el lavado de forma tan eficaz como se realiza comercialmente mediante centrifugadoras de disco de inyector, seguido de hidrociclones. Se espera que, aplicando técnicas de lavado y de separación de tipo comercial al material antes descrito, la pureza del almidón pueda aproximarse a la del almidón que se encuentra en el comercio.

CUADRO 2

Efecto del tipo de almidón, concentración y número de pasadas del lodo de harina de arroz por el microfluidizador a 100.000 kPa (14.500 psi) en la proteína y en los sólidos recuperados

Almidón	Conc.	f	Fracción proteína		Fracción almidón	
			Pasada 1	Pasada 2	Pasada 1	Pasada 2
Ceroso	22%	Proteína	34.81±0.12	42.38±0.06	3.26±0.40	2.70±0.62
		Sólidos	29.24	27.65	60.57	60.5
	32%	Proteína	34.72±0.85	39.17±3.40	3.77±0.37	2.20±0.10
		Sólidos	13.16	13.7	75.98	74.15
	36%	Proteína	31.86±0.48	33.75±1.74	4.11±0.10	2.06±0.15
No Ceroso	22%	Sólidos	13.57	16.61	74.95	71.28
		Proteína	36.08±0.33	39.04±0.24	3.74±0.47	3.21±0.81
	32%	Sólidos	39.4	40.11	65.49	53.37
		Proteína	31.11±2.78	37.91±2.06	4.01±0.28	2.74±0.33
	36%	Sólidos	17.49	17.08	70.32	71.89
		Proteína	32.53±1.14	37.78±0.99	4.97±0.33	3.26±0.60
		Sólidos	16.39	17.86	77.38	74.01

* Concentración sólidos

Para que el proceso resulte económico, es extremadamente importante la cantidad de almidón recuperado, particularmente de almidón con una contaminación mínima por proteína. Con concentraciones de lodo más elevadas, se puede recuperar más del 70% de almidón. La elección de la concentración óptima para el procesamiento se basa en la recuperación, así como en la facilidad de separación para obtener el producto de almidón más puro con el mínimo daño en el almidón, pérdidas mínimas durante el lavado del almidón y desaglomeración completa.

Por lo general, el porcentaje de proteína en las fracciones de almidón es menor en el almidón de la pasada 2 que en el almidón de la pasada 1 para todos los tratamientos (Cuadro 2). Específicamente, el porcentaje de proteína es menor en la pasada 2 de la fracción de almidón de arroz no ceroso con una concentración del 32% que con las demás concentraciones (22% y 36%). En el caso de almidón de arroz ceroso, las concentraciones del 32% y 36% dan resultados similares. El motivo de los niveles más reducidos de proteína en estos almidones es que se produce la reducción completa del tamaño de partícula en todos los lodos de harina de arroz ceroso de la pasada 2 (22%, 32% y 36%) (Cuadro 1). La reducción completa del tamaño de partícula, es decir la desaglomeración completa, garantiza separaciones limpias de la proteína respecto del almidón. Cuando se produce una reducción incompleta del tamaño de partícula, como se puede ver p. ej. en todos los lodos de harina de arroz no ceroso de la pasada 1 y de 36%,

entonces los aglomerados de proteína-almidón permanecen en la fracción de almidón después de la centrifugación, incrementando de este modo la concentración proteínica del almidón. Pese a todos los lavados que se quieran hacer, la concentración de proteína de las fracciones de almidón no disminuirá. Por consiguiente, es extremadamente importante que se produzca la reducción completa del tamaño de partícula para lograr una separación completa de la proteína y por lo tanto un producto de almidón puro. Se determinó también el contenido de proteína y de almidón de las tres fracciones de sobrenadante. El porcentaje de proteína en los Sobrenadantes n° 1, 2 y 3 de todas las concentraciones de ambos tipos de almidón fue de aprox. 2% a aprox. 6% y el porcentaje de sólidos en los Sobrenadantes n° 1, 2 y 3 fue de aprox. 4-10%, < 1-5% y todos < 1%, respectivamente (no se muestran los datos).

Se midió la solubilidad de la proteína de las fracciones de proteína del Cuadro 2, tal como se describe anteriormente. La solubilidad de la proteína procedente de la harina de arroz ceroso y no ceroso aumenta al aumentar la concentración (figura 3 y 4). No obstante, la solubilidad de la proteína procedente de la harina cerosa disminuyó al aumentar el número de pasadas para toda la concentración (fig. 4). Por lo tanto, los lodos de harina de arroz ceroso deberán microfluidizarse a la mayor concentración posible para evitar la pérdida de solubilidad asociada con menores concentraciones de sólidos y aumentarse el número de pasadas. La proteína cerosa parece sensible a un cizallamiento elevado; esto puede ser debido a la temperatura de desnaturalización inferior de la proteína de arroz ceroso. La solubilidad de la proteína de harina no cerosa aumentó al incrementar el número de pasadas y la concentración del lodo de harina de arroz, con la excepción de la concentración 22% en la que no se produjo ningún cambio asociado con el número de pasadas (fig. 3). Esto es debido probablemente al aumento del cizallamiento con la concentración.

Los gránulos de almidón se examinaron por microscopia electrónica de barrido (para examen minucioso) tal como se describe anteriormente. Los gránulos de almidón estaban intactos, según se observó en los microgramas electrónicos. No se observó ninguna diferencia entre grupos de tratamiento (no se muestran los datos).

Las propiedades de empastado/pastosas (pasting) del almidón son importantes para determinar su aplicación en la industria. Las propiedades pastosas de las fracciones de almidón aisladas del Cuadro 2 se determinaron utilizando AACC Método 61-02. El pico de viscosidad está relacionado con el almidón dañado y con las características de cocción. Un daño elevado en el almidón da como resultado una mayor facilidad de cocción del arroz; unos daños inferiores y una descomposición incompleta de los aglomerados de proteína-almidón hacen que su cocción resulte más dura/difícil.

El pico de viscosidad del almidón ceroso variaba según la concentración, especialmente de 32% sólidos a 36% sólidos (Cuadro 3). El pico de viscosidad llegó a un valor máximo en la muestra de sólidos 36% (pasada 2). Esto es debido probablemente al hecho de que también se observó en esta concentración el daño máximo en el almidón (véase Cuadro 1). El pico de viscosidad fue inferior en sólidos 32%, en el caso de almidón no ceroso, probablemente debido a menores daños en el almidón (Cuadro 1) y descomposición incompleta de los aglomerados de proteína-almidón (81%), con el resultado de una mayor dificultad/dureza de cocción. Tanto los almidones cerosos como no cerosos de la pasada 2 tenían la viscosidad de descomposición más baja, lo cual refleja estabilidad bajo cocción. Algo típico de los almidones cerosos, en especial del almidón ceroso de arroz, tenía una viscosidad de retrogradación (setback viscosity) muy baja comparado con el almidón no ceroso.

CUADRO 3

Efecto del tipo de almidón, concentración y número de pasadas del lodo de harina de arroz por el microfluidizador a 100.000 kPa (14.500 psi) en las propiedades pastosas (pasting) de la fracción de almidón

<u>Ceroso</u>	<u>Pico (RVU)^a</u>		<u>Descomposición (RVU)</u>		<u>Retrogradación (RVU)</u>	
	Pasada 1	Pasada 2	Pasada 1	Pasada 2	Pasada 1	Pasada 2
Comm.^b	254.38±1.82		102.56±4.36		21.19±4.74	
22%^c	249.89±22.7	243.83±21.2	133.14±4.22	125.69±2.95	33.86±7.85	31.69±4.65
32%	236.06±13.9	238.78±11.3	119.53±4.05	118.58±1.98	27.47±0.88	24.44±1.29
36%	284.97±4.57	306.36±3.64	122.78±3.84	154.64±19.6	18.86±1.71	33.05±16.6
No Ceroso						
Comm.	193.98±1.81		29.15±4.69		54.92±1.76	
22%	249.19±19.7	265.42±3.84	134.53±6.69	132.72±9.13	112.8±4.56	133.7±7.06
32%	217.89±28.5	223.44±32.4	86.33±4.99	83.22±2.99	121.0±19.1	118.3±12.2
36%	238.59±8.43	251.92±13.1	87.79±1.10	91.11±8.86	124.8±6.36	121.9±5.07

^a Todos los datos en unidades de viscosidad rápida.

^b Almidón que se encuentra en el comercio

^c Concentración de sólidos

Comparando los resultados de la viscosidad de la pasta con los almidones disponibles en el comercio, el arroz no ceroso, producido con el microfluidizador tenía una viscosidad de descomposición y retrogradación elevadas. Esto puede ser debido a la variedad particular de arroz elegido. Se tendrán que elegir variedades para obtener propiedades óptimas de pastosidad (pasting).

El almidón de arroz ceroso es un almidón único en su género, conocido por su capacidad superior de congelación-descongelación, si se compara con otros almidones cerosos y no cerosos. Como se ha visto anteriormente, una pasta acuosa al 5% de almidón de arroz ceroso no mostraba sinéresis hasta después de 20 ciclos de congelación-descongelación, mientras que los almidones de sorgo y de maíz ceroso solo eran estables durante 3 ciclos de congelación-descongelación (Schoch, T.J. 1.967. en *Starch: Chemistry and Technology, supra*). Según lo habitual, la temperatura de empastado de almidones cerosos era inferior a la de almidones no cerosos (Cuadro 4).

CUADRO 4

Efecto de tipo de almidón, concentración y número de pasadas de lodo de harina de arroz por el microfluidizador a 100.000 kPa (14.500 psi) en la temperatura de empastado de la fracción de almidón

Almidon	Conc*	Temperatura de empastado	
		Pass 1	Pass 2
Ceroso	Comercial	66.89 ± 0.25	
	22%	67.53 ± 0.08	67.62 ± 0.26
	32%	67.99 ± 0.48	67.90 ± 0.05
	Comercial	67.78 ± 0.16	67.73 ± 0.14
No Ceroso	Comercial	81.14 ± 0.39	
	22%	79.85 ± 0.22	80.12 ± 0.46
	32%	82.37 ± 0.33	81.33 ± 0.78
	36%	82.19 ± 0.48	81.47 ± 0.65

* Concentración de sólidos

Globalmente no se encontró ninguna diferencia en las temperaturas de empastado de almidón ceroso microfluidizado y almidón disponible en el mercado.

Tras evaluar todos los datos anteriores, donde la presión de la pasada del microfluidizador era de 100.000 kPa (14.500 psi), se determinó que la concentración de harina de arroz al 32% y dos pasadas por el microfluidizador producen (1) el mejor almidón con un daño mínimo en el mismo, (2) una reducción completa del tamaño de partícula, y (3) mejores características de empastado. En estas condiciones, pudo recuperarse más del 70% del almidón con presencia mínima de proteína contaminante. Además, la proteína en la fracción proteínica mostraba una mayor solubilidad.

Ejemplo 3

Se eligió una harina de arroz de 120 mallas como material de partida para mantener un flujo consistente de entrada en el microfluidizador. Se hicieron pasar dos veces lodos de harina cerosa y no cerosa a una concentración de 32% (peso/volumen) en agua, a 62.000 kPa (9000 psi) por un Microfluidizer® equipado con dos cámaras F20Y y H230Z. Se recogieron muestras de cada pasada para su análisis ulterior. Tras la microfluidización, el lodo de arroz se hizo pasar por serpentines de refrigeración enfriados con hielo para eliminar todo calor añadido durante la fluidización.

Se analizó el efecto de la utilización de una presión de microfluidización de 62.000 kPa (9000 psi) en diversas propiedades de la proteína y del almidón. Los resultados se muestran en el Cuadro 5.

ES 2 292 793 T3

CUADRO 5

Efecto del procesamiento de lodo de harina de arroz ceroso y no ceroso al 32% (d.b.) por el microfluidizador a 62.000 kPa (9000 psi) en diversas propiedades del almidón

Propiedad		Ceroso		No Ceroso	
		Pasada 1	Pasada 2	Pasada 1	Pasada 2
10	Daño en el almidón % tamaño part (<10 micras)	5.96±0.95 94.26±4.48	6.13±0.14 99.18±0.68	5.88±1.23 88.67±1.52	5.99±0.81 91.67±9.49
15	Frac. Proteínica Proteína Sólido	32.83±1.36 12.28	41.19±0.46 12.24	28.65±3.26 15.5	39.45±1.90 16.69
20	Frac. Almidón Proteína Sólido	4.42±0.33 76.84	3.33±0.51 76.21	5.34±0.95 79.59	4.60±1.12 77.14
25	Sobrenadante n°1 Proteína Sólido	2.93±0.13 8.44	2.42±0.39 8.75	3.87±0.20 3.85	3.23±0.25 4.69
30	Sobrenadante n°2 Proteína Sólido	3.44±0.14 1.99	2.88±0.07 2.3	5.57±0.28 0.92	4.53±0.21 1.2
35	Sobrenadante n°3 Proteína Sólido	5.42±1.01 0.35	4.35±0.16 0.5	7.57±0.27 0.14	6.45±0.88 0.29
Análisis Viscosidad Rápida*					
40	Pasada	237.78±5.63	278.33±54.13	225.83±12.23	251.39±39.57
45	Mínimo	115.17±5.54	168.86±66.13	140.50±11.66	173.00±52.43
50	Descomposición	122.61±0.79	109.47±12.10	85.33±4.92	78.39±13.66
55	Final	145.09±5.75	191.22±70.25	262.86±8.94	284.26±37.34
60	Retrogradación	29.92±0.84	22.36±4.44	122.36±9.50	111.25±16.53
65	Temperatura de empastado	68.23±0.29	68.68±0.08	81.77±0.63	75.43±10.70

* Todos los datos en Unidades Rápidas de Viscosidad.

Se produjo una mejora en la recuperación de almidón a la presión más reducida de 62.000 kPa (9000 psi); no obstante la pureza disminuyó si se compara con las pasadas a una presión más elevada de 100.000 kPa (14.500 psi) (Cuadro 1 y 2). Para la harina cerosa, se produjo la descomposición completa del aglomerado en dos pasadas. Las propiedades de empastado y la magnitud del daño en el almidón eran iguales a las observadas con una presión superior. No obstante, en el caso de lodos de harina no cerosa, había una descomposición completa de aglomerado de proteína-almidón (Cuadro 5) y una menor solubilidad de la proteína (figura 5). Las características de empastado no eran las habituales del almidón puro como las obtenidas a una presión superior en dos pasadas con la misma concentración (Cuadro 3). Esto puede ser debido a una descomposición incompleta del aglomerado de proteína-almidón y a un mayor contenido de proteína en el almidón. En conclusión, una presión de 62.000 kPa (9000 psi) es la preferida para lodos de harina de arroz ceroso, pero no ofrece ninguna ventaja el procesamiento de harina de arroz no ceroso a 22.000 kPa (9000 psi).

Ejemplo 4

Se microfluidizó en la forma descrita en el Ejemplo 1 lodo de harina de arroz ceroso y no ceroso a una concentración de 32% (peso/volumen) en agua. El lodo microfluidizado se secó por pulverización con temperaturas de entrada de 200°C y temperaturas de salida de 55°C. El producto secado por pulverización se trituro (pin milled) cuatro veces hasta que no se obtuvo ninguna desaglomeración suplementaria. Se procedió por microscopia electrónica de barrida (según se describe en el Ejemplo 6), análisis de tamaño de partícula (según se describe en el Ejemplo 3) y análisis del daño en el almidón sobre el producto de almidón microfluidizado pulverizado (pin milled) y se comparó con el producto no microfluidizado.

ES 2 292 793 T3

Las figuras 6a y 6e son microgramas electrónico de barrido de harina cerosa y no cerosa de 120 mallas respectivamente. Los microgramas electrónicos de barrido muestran que el microfluidizador desaglomera completamente la harina cerosa y no cerosa de 120 mallas y produce gránulos de almidón individuales (figuras 6b y 6f). Al secar por pulverización el producto microfluidizado, la proteína se seca sobre el almidón y recubre los gránulos de almidón; se produce la reaglomeración (figuras 6c y 6g). Los gránulos recubiertos reaglomerados se siguen desaglomerando utilizando cuatro pasadas por un triturador (pin mill) para producir partículas de almidón esencialmente desaglomeradas recubiertas con proteína (figuras 6d y 6h).

Tal como se muestra en el análisis del tamaño de partícula de las figuras 7a y 7d para harina no cerosa y de las figuras 8a y 8d para harina cerosa, el almidón se desaglomera completamente al microfluidizar (figuras 7b y 8b). El tamaño de partícula aumenta al secar por pulverización debido a la reaglomeración (figuras 7c y 8c). Al realizar la trituración (pin), el tamaño de partícula de los gránulos de almidón recubiertos con proteína disminuye (figuras 7d y 8d).

Se midieron los daños en el almidón utilizando AACC Método 76-30A donde se midió la digestión con alfa-amilasa (Cuadro 6).

CUADRO 6

Porcentaje de daño en el almidón como resultado de los procesos de secado por pulverización y trituración

<u>Harina No cerosa 120 mallas</u>		<u>% Daño en almidón</u>
Partida		15.56%
Microfluidizado, secado por pulveriz.		18.99%
Microfluidizado, secado por pulveriz.,		
Triturado (pin milled) 4X		20.96%
<u>Harina No cerosa 120 mallas</u>		
Partida		15.29%
Microfluidizado, secado por pulveriz.		24.99%
Microfluidizado, secado por pulveriz.,		
Triturado (pin milled) 4X		30.03%

El daño en el almidón aumenta como resultado de la microfluidización y tras la trituración (pin milling) adicional. No obstante, solo se produce 1% de daño en el almidón por cada pasada por el triturador (pin mill). Otros trituradores, como el triturador de impacto, el triturador de martillo, el triturador de ciclón, se utilizan para la desaglomeración y pueden producir menos daños. Además, se puede utilizar el triturador clasificador. Una sola pasada en el triturador clasificador puede ser igual a cuatro pasadas en un triturador (pin mill). Con el triturador clasificador, se recuperan las partículas más pequeñas y se reprocesan las partículas mayores restantes. Además, el hecho de variar las condiciones de secado cuando se utiliza el triturador celular de rotor/secador o secador por pulverización puede limitar o evitar la reaglomeración.

El producto final de almidón recubierto con proteína y desaglomerado está constituido esencialmente por almidón de arroz de alta calidad, recubierto con proteína de arroz de alta calidad. Estas propiedades, unidas a sus características de textura particularmente suave y aroma agradable de arroz lo convierten en un producto alimenticio deseable.

Ejemplo 5

Se compró en una tienda local de comestibles, harina de trigo (America's Choise no blanqueado multiuso), harina de centeno (molido con piedras grano completo Hodgeson's Mill) y maíz (maíz amarillo enriquecido Pioneer). Las harinas se trituraron (pin milled) para reducir el tamaño de partícula y se hicieron pasar por un filtro de 60 mallas para obtener un lodo compatible con el microfluidizador. Las pruebas anteriores con harina de arroz habían mostrado que se obtenían resultados óptimos cuando se procesaba lodo de harina de arroz (32% de sólidos) en dos pasadas por un Microfluidizer® M110Y a 83.000 kPa (12.000 psi) utilizando un juego de cámaras F20Y/H230Z. Se hicieron lodos de harina de trigo filtrada, harina de centeno y maíz a concentraciones de 32%, 32% y 25% de sólidos en agua (db), respectivamente, y se hicieron pasar por el Microfluidizer® hasta obtener la descomposición completa del aglomerado. El lodo microfluidizado resultante se centrifugó y se realizó análisis de tamaño de partícula en la fracción de almidón. Se comparó el tamaño de partícula en lodos de harina de trigo, harina de centeno y harina de maíz después de trituración (pin milling) (figuras 9a, 10a y 11a, respectivamente) y después de la microfluidización (figuras 9b, 10, 11b, respectivamente).

ES 2 292 793 T3

Para lograr la descomposición completa del aglomerado, las distintas harinas requerían condiciones de procesamiento diferentes con respecto a la concentración inicial de sólido (25% frente a 32%) y al número de pasadas por el Microfluidizer®. El diámetro de partículas se redujo sustancialmente al hacer pasar lodo de harina de trigo (32% de sólido) una vez por el Microfluidizer® (figura 9b). Con el lodo de harina de centeno, 32% de sólidos, se necesitaron dos pasadas para obtener un tamaño de partícula sustancialmente reducido (figura 10b). No obstante, al procesar lodo de harina de maíz con 32% de sólidos, no fueron suficientes ni siquiera 8 pasadas por el Microfluidizer® para completar la desaglomeración. El cambio del lodo de harina de maíz a 25% de sólido dio como resultado una descomposición sustancial del aglomerado (94%) en tres pasadas (figura 11b). Se observó una descomposición similar incompleta con harina de arroz no ceroso con 36% de sólido, como se puede ver más arriba en el Cuadro 1. Esta descomposición incompleta, observada cuando los lodos contienen un porcentaje más elevado de sólidos es probablemente debida a que la viscosidad del lodo aumenta después de la primera pasada, reduciendo por lo tanto la velocidad de las partículas que impactan durante las pasadas subsiguientes. Existe probablemente una viscosidad límite, más allá de la cual la microfluidización no se produce de forma eficaz. Otra posibilidad es que la dureza del aglomerado puede influir en el número de pasadas necesario para una descomposición completa del aglomerado. Además, como es bien sabido en el estado de la técnica, el número de pasadas observado para estas harinas se podía reducir incrementando la presión o utilizando tipos diferentes de cámaras.

Ejemplo 6

Los ejemplos 1-5 reflejan el procesamiento en el laboratorio. A mayor escala, en un estudio de planta piloto, se bombeó lodo de arroz sobre un filtro de 60 mallas sobre un separador redondo Sweco Vibro-energy para obtener lodo de arroz compatible con el microfluidizador. La harina filtrada se hizo pasar por un Microfluidizer® 210B, por un conjunto de tres cámaras (J20Y/F20Y X 4/ H230Z) con un caudal de aproximadamente 1,9 litros por minuto a 103.000 kPa (15.000 psi) para la harina no cerosa y 69.000 kPa (10.000 psi) para la harina cerosa y harina de grano medio. Se almacenó entonces la harina microfluidizada en cubos de 18,93 litros hasta recoger material suficiente para la separación en almidón y proteína de arroz. Se diluyó lodo de arroz microfluidizado hasta una concentración óptima (menos de 25% de sólido), se equilibró a por lo menos 27°C (80°F) y se centrifugó utilizando una centrifugadora de disco de inyector. Se centrifugaron muestras de corriente de fondo y de superficie (15 ml) en una centrifugadora clínica a 1500 X G; el volumen de almidón o proteína en las muestras de corriente de fondo o de superficie determinó las condiciones de centrifugación. Como resultado del ajuste del caudal, la corriente de superficie de la primera centrifugación estaba formada principalmente por proteína; la corriente de fondo obtenida de la segunda centrifugación era principalmente de almidón. Un caudal inferior da como resultado un producto proteínico más limpio; un caudal superior da como resultado algún almidón con la proteína en la corriente de superficie. La corriente de fondo (corriente de fondo 1) era principalmente almidón y se recentrifugó (corriente de fondo 2) para separar más proteína. La corriente de superficie 1 y 2 se combinó para obtener la proteína total. Se congelaron y secaron por congelación muestras de corriente de fondo y de superficie de ambas centrifugaciones. Se añadió peróxido de hidrógeno hasta una concentración final de 3,75% (v/v) para estabilizar el lodo de harina.

Al usar cámaras J20Y/F20Y X 4/H230Z durante el aumento gradual, se obtuvo una reducción completa del tamaño de partícula. Las figuras 12a, 12b y 12c muestran el tamaño del análisis de partícula de harina de grano largo, medio y corto microfluidizado. Procesando un producto inicial de 500 micras o menos, se obtuvo como resultado una desaglomeración completa de almidón y proteína; todas las partículas tenían 10 micras o menos. El análisis de proteína y de almidón de los tres tipos de granos de arroz obtenidos durante la centrifugación se muestran en el cuadro 7. Haciendo pasar el lodo de harina de arroz por la centrifugadora dos veces, se redujo la cantidad de proteína en las fracciones de almidón de todos los granos en al menos un 50%. El daño del almidón era elevado en todas las harinas (Carga 1); lavando y centrifugando se eliminó almidón dañado (corriente de fondo 2). Estos resultados son comparables a los obtenidos con productos comerciales; los almidones cerosos y no cerosos comerciales tenían 7,93% y 8,20% de darlo en el almidón, respectivamente. No obstante, se espera que el procesado del lodo microfluidizado a escala comercial, es decir utilizando ciclones de líquido para el lavado/purificación ulterior para eliminar la proteína y otras impurezas, dará como resultado un producto de almidón con porcentajes incluso inferiores de proteína y de almidón dañado.

ES 2 292 793 T3

CUADRO 7

Análisis de proteína y almidón de diversas fracciones de la separación por centrifugación de lodos de harina de arroz microfluidizado

	Muestra	% Proteína	% Daño almidón
	<u>Grano Largo (No ceroso)</u>		
	Carga 1	8.61 ± 0.24	9.23 ± 0.69
10	Corriente de superficie 1	32.62 ± 0.18	
	Corriente de fondo 1	6.75 ± 0.09	
	Carga 2	9.21 ± 0.04	
	Corriente de superficie 2	29.53 ± 6.45	
15	Corriente de fondo 2	5.68 ± 0.07	6.42 ± 0.49
	<u>Grano Medio (No ceroso)</u>		
	Carga 1	8.49 ± 0.04	13.35 ± 0.80
20	Corriente de superficie 1	34.16 ± 1.06	
	Corriente de fondo 1	4.79 ± 0.15	
	Carga 2	7.70 ± 0.10	
	Corriente de superficie 2	18.03 ± 0.12	
25	Corriente de fondo 2	4.26 ± 0.20	8.10 ± 0.24
	<u>Grano Corto (ceroso)</u>		
	Carga 1	8.47 ± 0.78	15.81 ± 1.35
	Corriente de superficie 1	32.88 ± 2.03	
30	Corriente de fondo 1	5.43 ± 0.14	
	Carga 2	7.48 ± 1.46	
	Corriente de superficie 2	14.12 ± 0.33	
	Corriente de fondo 2	3.93 ± 0.17	8.10 ± 0.24
35			

CUADRO 8

Análisis de Viscosidad Rápida de Almidón (corriente de fondo 2)

	Grano Largo	Grano Medio	Grano Corto
Pico	189.42 ± 2.14	232.96 ± 5.78	279.45 ± 4.39
Cuba	123.81 ± 1.03	139.50 ± 3.50	147.89 ± 4.10
Descomposición	65.61 ± 1.14	92.86 ± 3.58	131.55 ± 1.04
Viscosidad Final	244.14 ± 1.01	225.78 ± 5.52	171.81 ± 2.83
Viscosidad Retrograd.	120.33 ± 0.80	86.28 ± 2.27	23.92 ± 2.47
Tiempo de Pico	6.21 ± 0.04	6.28 ± 0.02	3.77 ± 0.02
Temperatura Empastado	82.62 ± 0.45	81.27 ± 3.36	67.40 ± 0.25

Según lo descrito anteriormente, existen aplicaciones en las que sería beneficioso que la proteína estuviera presente con el almidón. Por tanto, después de la desaglomeración de la harina de arroz por microfluidización, se pueden secar gránulos de arroz individuales junto con cantidades variables de proteína para formar una harina superfino de almidón recubierto de proteína. Por tanto, se sometieron a secado por pulverización lodos microfluidizados y los productos de proteína y almidón resultantes de la centrifugación de los lodos microfluidizados. Se secaron por pulverización siete tipos diferentes de materiales que representan un total aproximadamente 4.082,33 kg (9000 lbs): lodos microfluidizados de (1) arroz de grano largo no ceroso (2) arroz de grano medio no ceroso, (3) arroz de grano corto ceroso, los productos de almidón de la centrifugación de cada uno de estos tres lodos microfluidizados (4-6) y una muestra (7) que comprende proteína reunida de los productos proteínicos resultantes de la centrifugación de las muestras microfluidizadas de grano largo, medio y corto. Las temperaturas de entrada de 204,44°C (400°F) y de salida 93,33°C (200°F) eran adecuadas para secar por pulverización harina microfluidizada cerosa y no cerosa que incluía elevadas cantidades de almidón-proteína. El contenido de humedad final de la harina/almidón era de 5%.

Queda entendido que la descripción detallada anterior se ofrece únicamente a modo ilustrativo y que se pueden aportar modificaciones y variaciones a la misma sin apartarse del ámbito de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para el procesamiento de una harina amilácea, método que comprende

- a) proporcionar un lodo acuoso de una harina amilácea de granos parcialmente procesados o legumbres que contiene aglomerados de proteína-almidón y almidón-almidón;
- b) someter dicho lodo a condiciones de cizallamiento, cavitación e impacto, donde dicho impacto es causado por la convergencia de dos corrientes de dicho lodo; y
- c) obtener un producto que comprende la desaglomeración de gránulos de proteína-almidón con daño mínimo para el almidón y una dispersión homogénea de gránulos de almidón individuales y proteína en una matriz líquida,

con la condición de que los granos o legumbres parcialmente procesados no son tratados previamente con etanol, enzimas, alcalis, ácidos o SO₂.

2. El método de la reivindicación 1, en el que dichas condiciones de cizallamiento, cavitación e impacto son causadas por microfluidización.

3. El método de la reivindicación 1, en el que dicho impacto es causado por la colisión partícula-partícula.

4. El método de la reivindicación 1, donde la etapa (b) se realiza bajo presión elevada.

5. El método de la reivindicación 4, donde dicha presión elevada es del orden de aproximadamente 20700-207000 kPa (3000-30.000 psi).

6. El método de la reivindicación 4, donde dicha presión elevada es del orden de aproximadamente 62000-103000 kPa (9000-15.000 psi).

7. El método de la reivindicación 1, en el que dicha harina amilácea es una semilla triturada seleccionada dentro del grupo formado por cereales, judías y legumbres.

8. El método de la reivindicación 1, en el que dicha harina amilácea es una semilla triturada elegida dentro del grupo formado por arroz, maíz, avena, trigo, centeno, soja y guisantes.

9. El método de la reivindicación 1, en el que dicha harina amilácea es arroz triturado.

10. El método de la reivindicación 1 donde, según el origen de la harina amilácea y la etapa de procesamiento parcial inicial, el proceso se repite en la medida de lo necesario para obtener un producto que comprende gránulos de almidón intactos, individuales y proteína dispersada homogéneamente en una matriz líquida.

11. El método de la reivindicación 1, que comprende además la etapa de separar dichos gránulos de almidón desaglomerados de la mencionada proteína.

12. El método de la reivindicación 1, que comprende además la recuperación de dichos gránulos de almidón y de la mencionada proteína del lodo indicado.

13. El método de la reivindicación 1, que comprende además la etapa de secar dichos gránulos de almidón desaglomerados en presencia de proteína para potenciar el recubrimiento de dichos gránulos de almidón con la mencionada proteína.

14. El método de la reivindicación 1, que comprende además la etapa de secar dichos gránulos de almidón desaglomerados en presencia de la mencionada proteína para potenciar el recubrimiento de dichos gránulos de almidón con la mencionada proteína.

15. El método de la reivindicación 13 o 14, donde el secado es un secado por pulverización.

16. Producto que se puede obtener mediante un proceso según una de las reivindicaciones 1 a 10, donde el producto está constituido por gránulos de almidón intactos, individuales y proteína homogéneamente dispersada en una matriz líquida.

17. El producto de la reivindicación 16, en el que la semilla triturada se elige dentro del grupo formado por arroz, maíz, avena, trigo, centeno, soja y guisantes.

18. El producto de las reivindicaciones 16 o 17, en el que dicho producto se **caracteriza** porque el 80% de los gránulos de almidón intactos, individuales tiene un tamaño de 10 micras o menos.

ES 2 292 793 T3

19. Un producto que se puede obtener mediante un proceso según la reivindicación 14 o 15 dependiente de la reivindicación 14, donde el producto es un producto de almidón recubierto con proteína, desaglomerado, constituido por almidón de alta calidad recubierto con proteína de alta calidad.

- 5 20. Producto de la reivindicación 19, donde el producto es un producto de almidón recubierto con proteína, desaglomerado constituido por almidón de arroz de alta calidad recubierto con proteína de arroz de alta calidad y que tiene una textura suave y aroma agradable de arroz.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

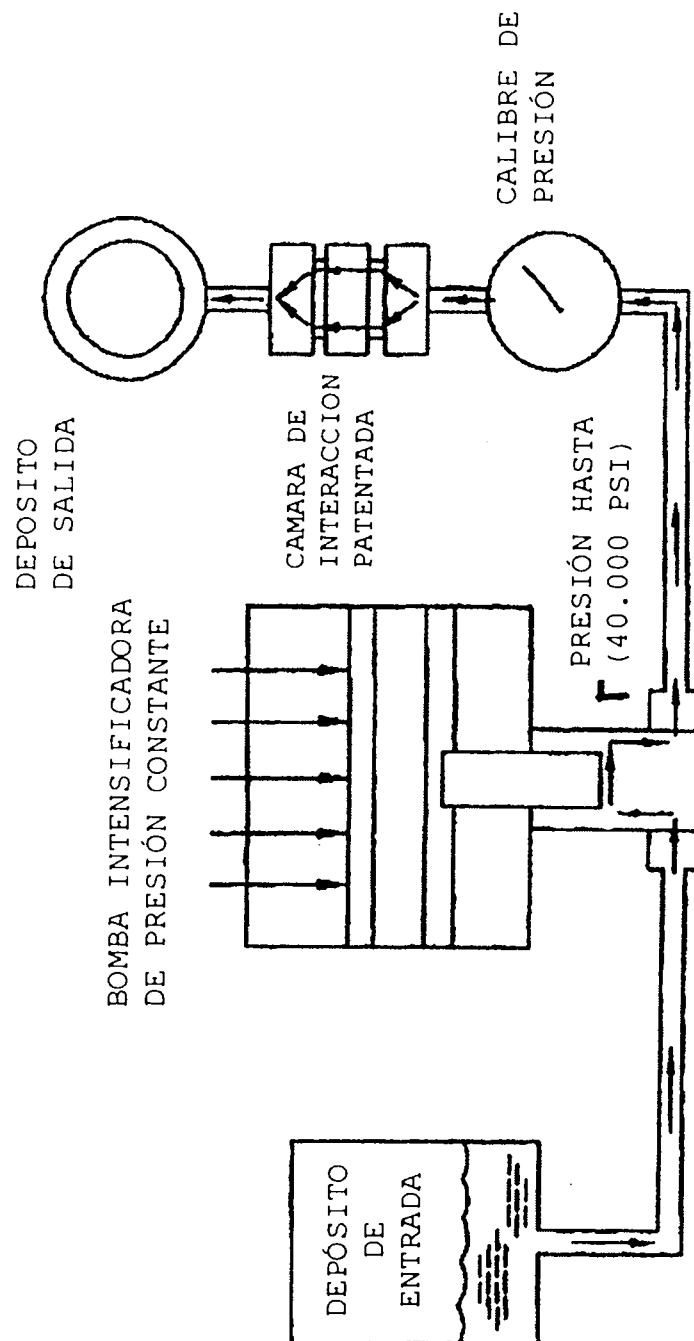


Fig. 1 *Γ 276.000kg*

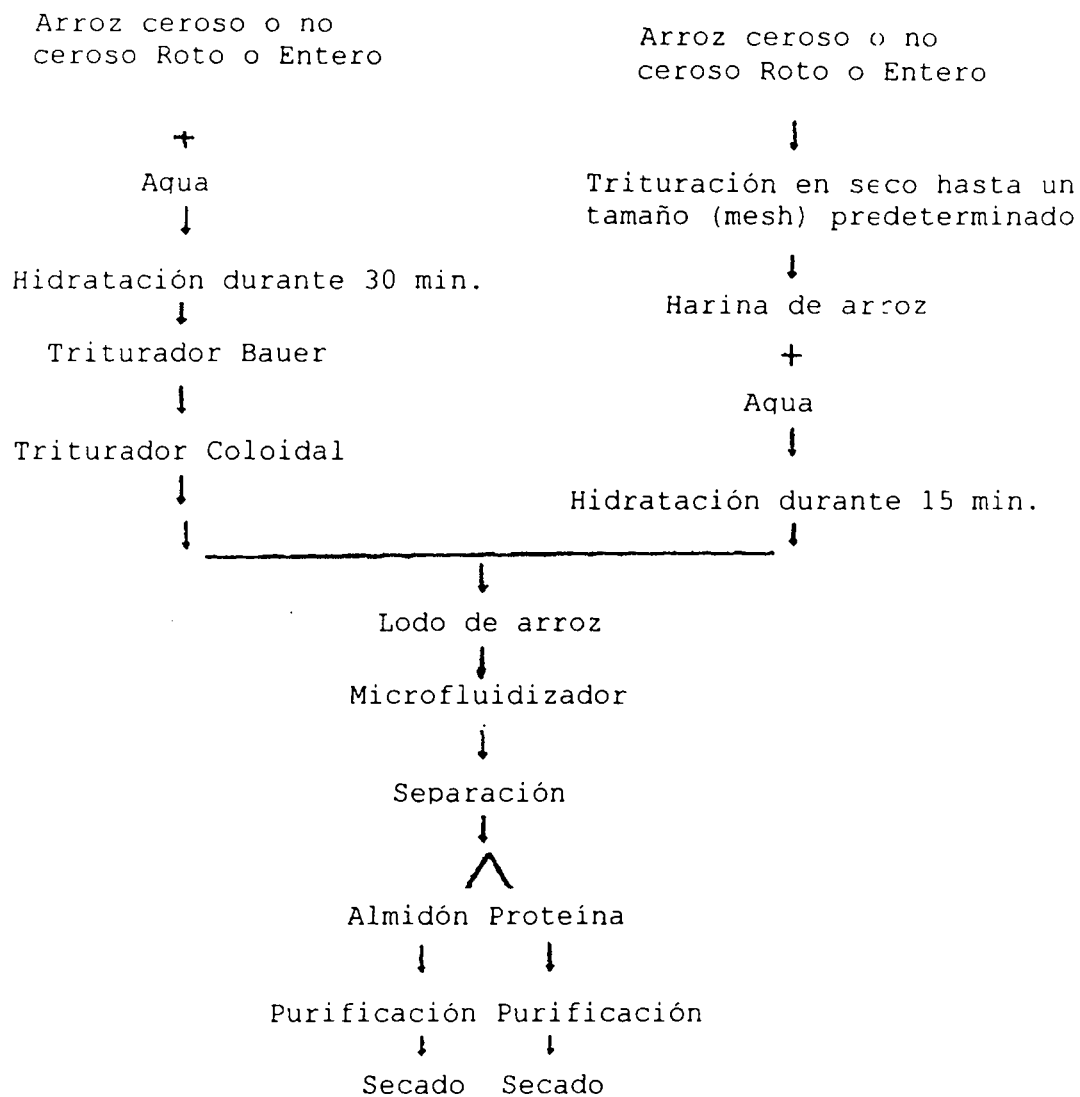


FIG. 2

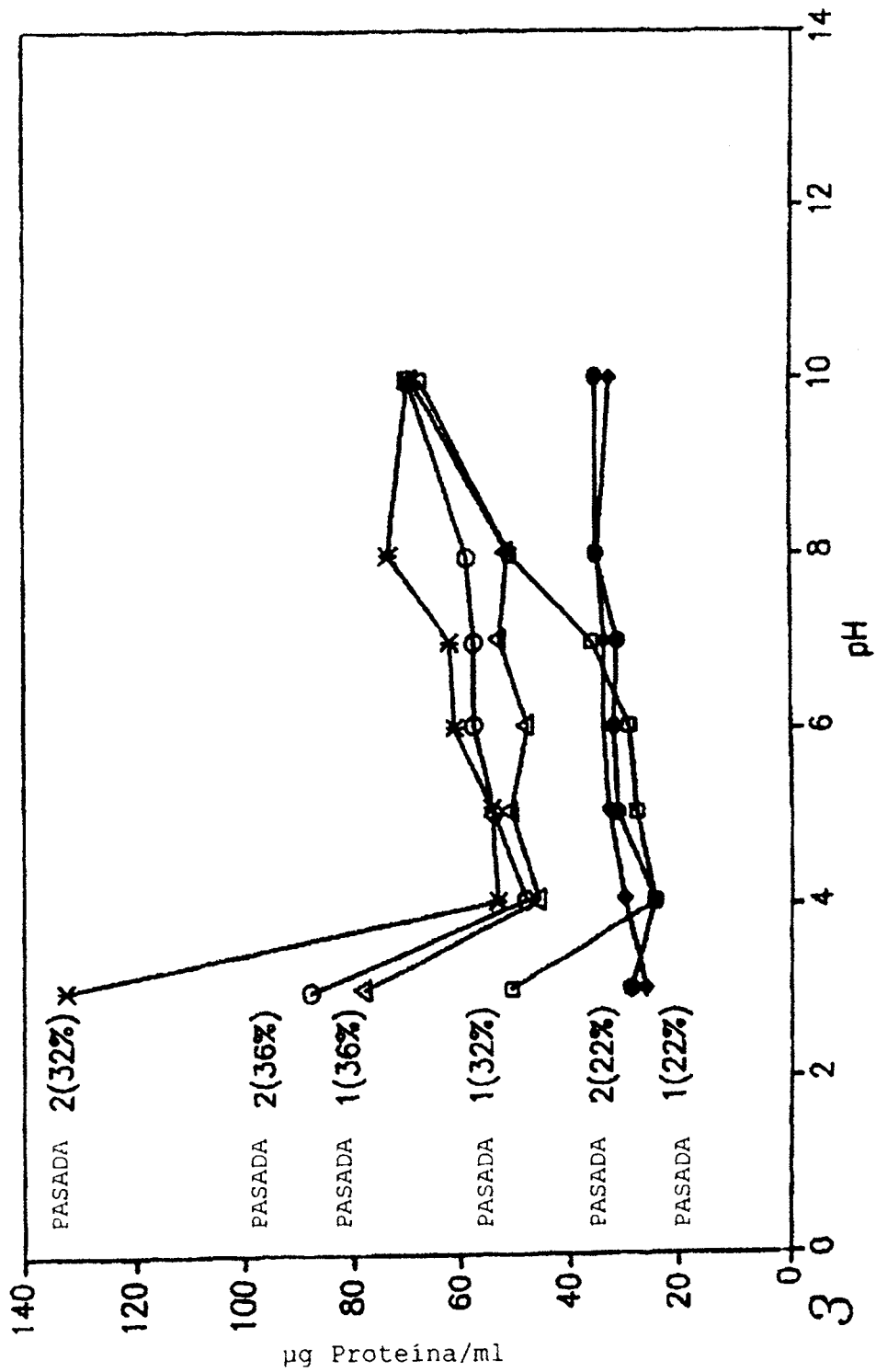


Fig. 3

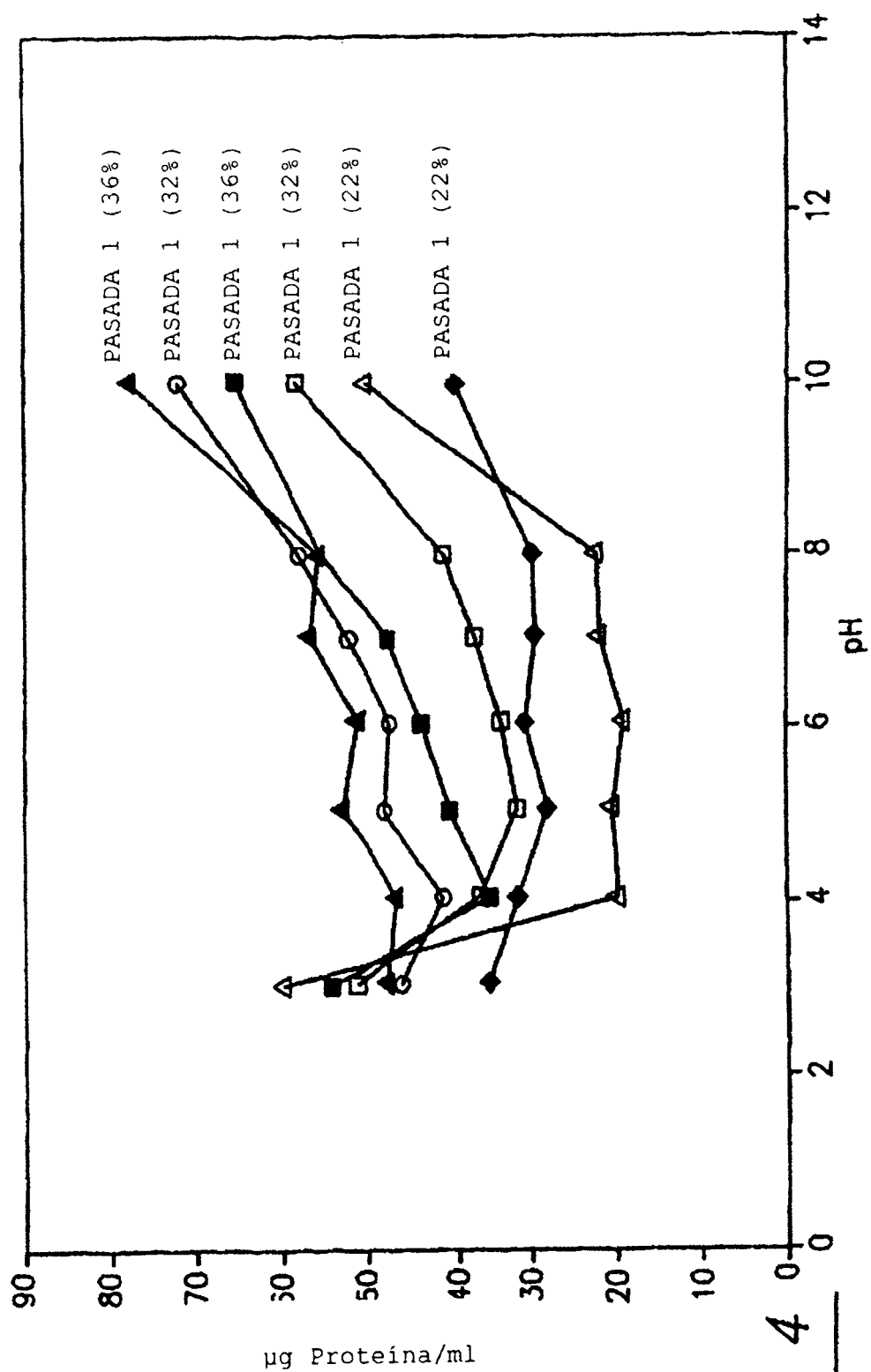


Fig. 4

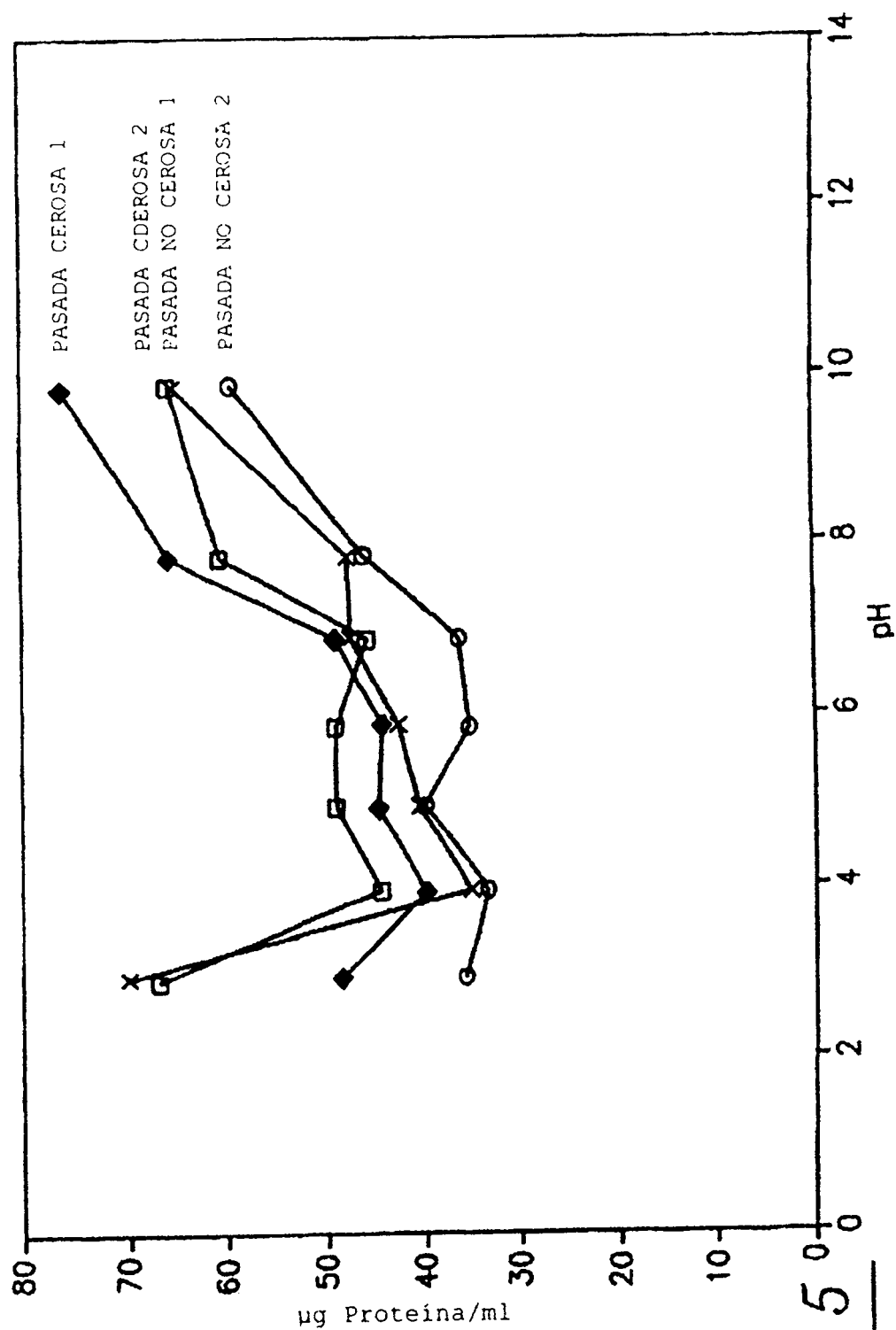


Fig. 5



Fig. 6a

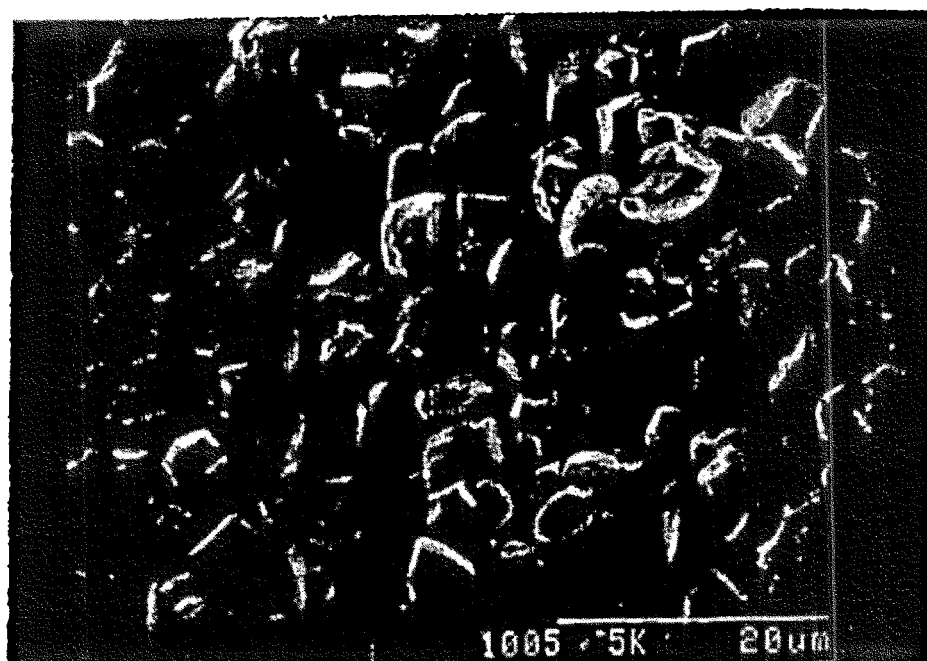


Fig. 6b

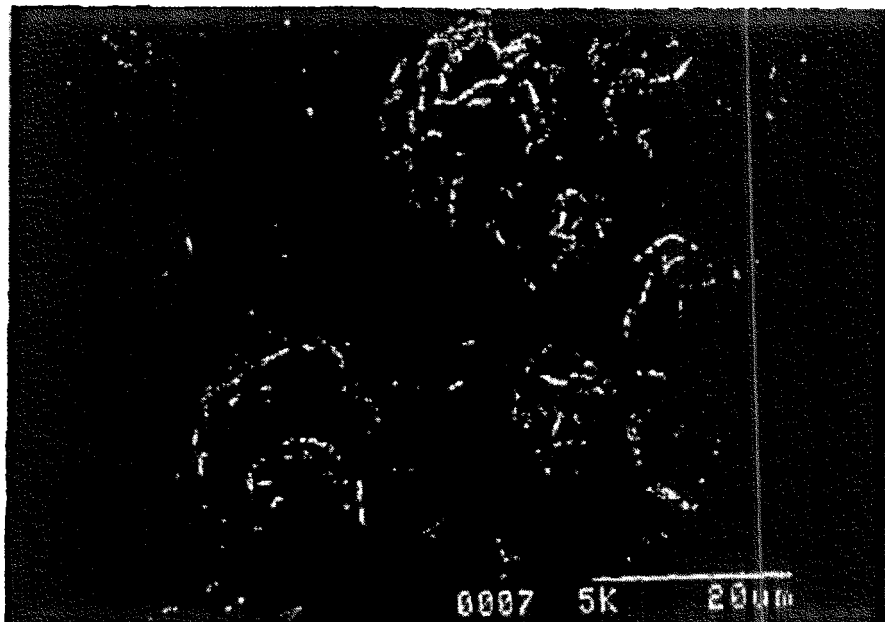


Fig. 6c

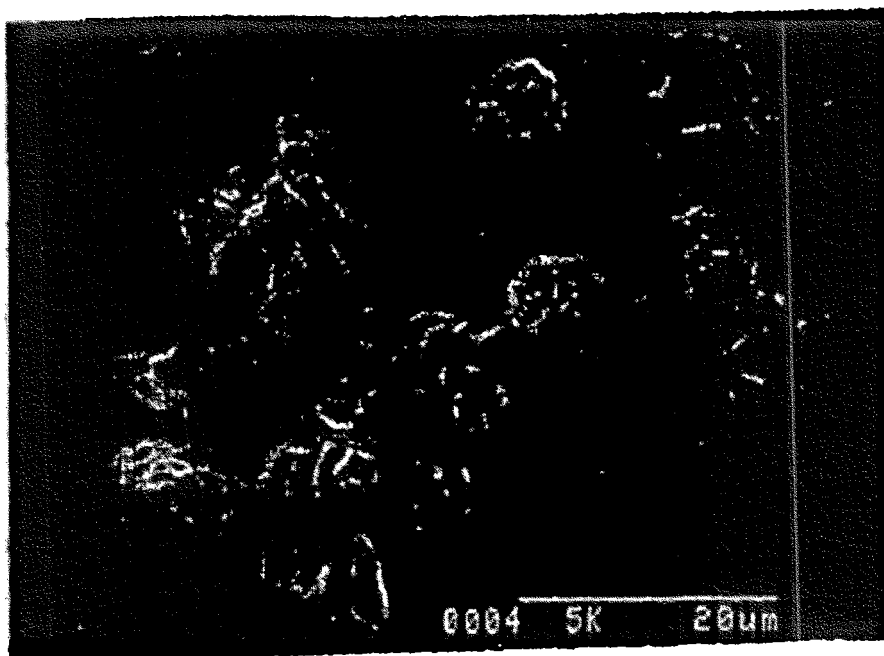


Fig. 6d

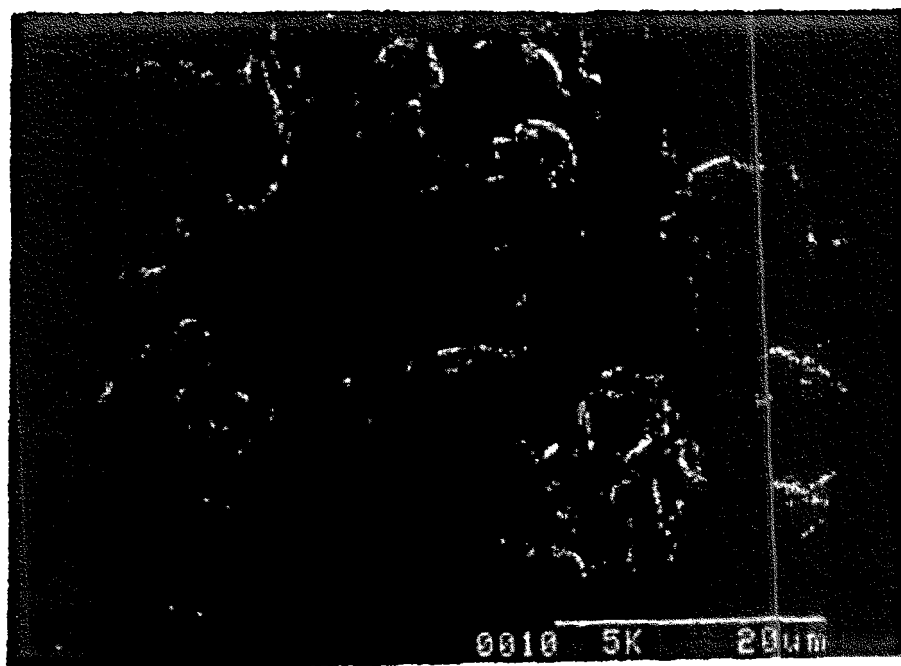


Fig. 6e

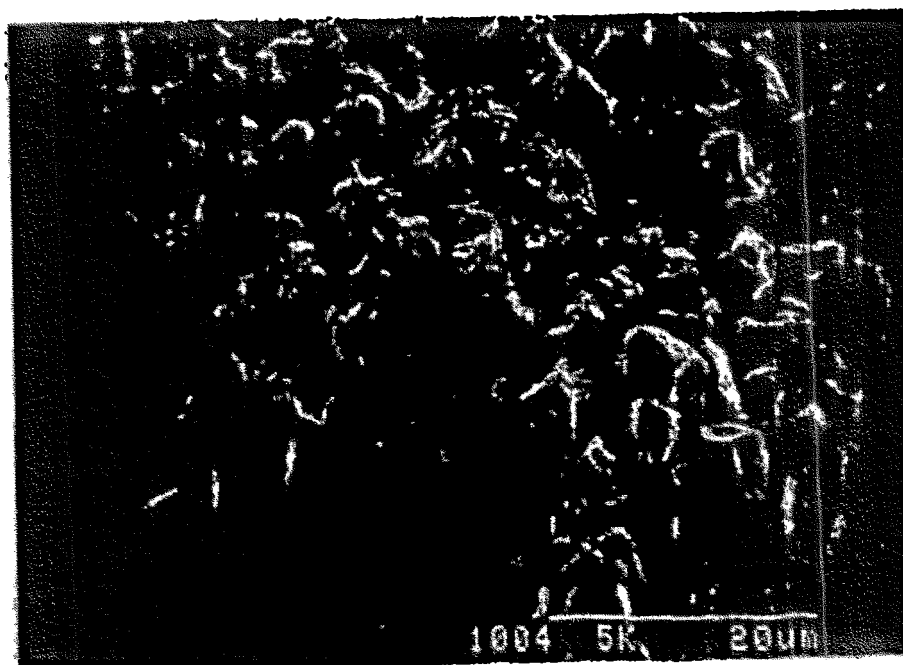


Fig. 6f

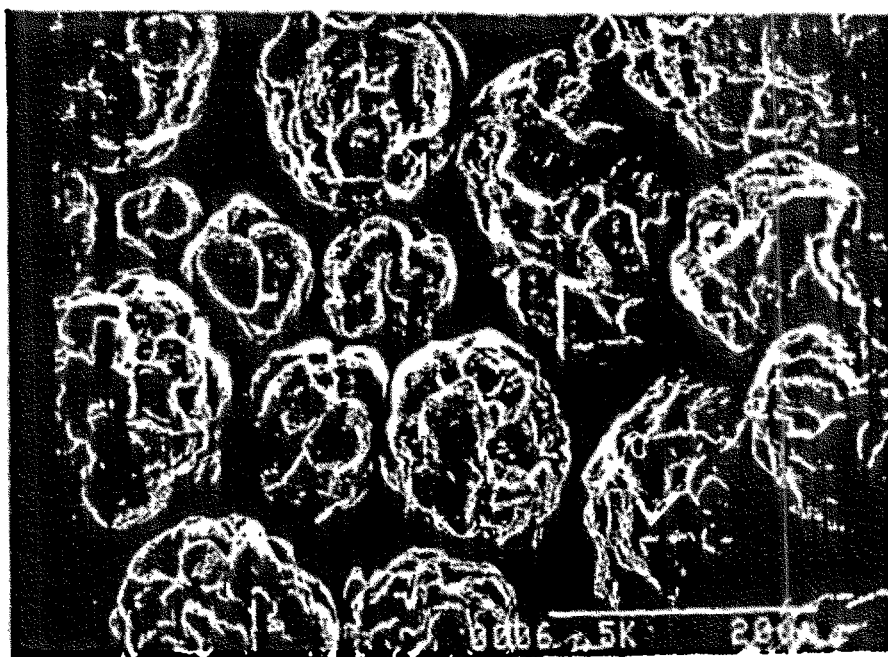


Fig. 6g

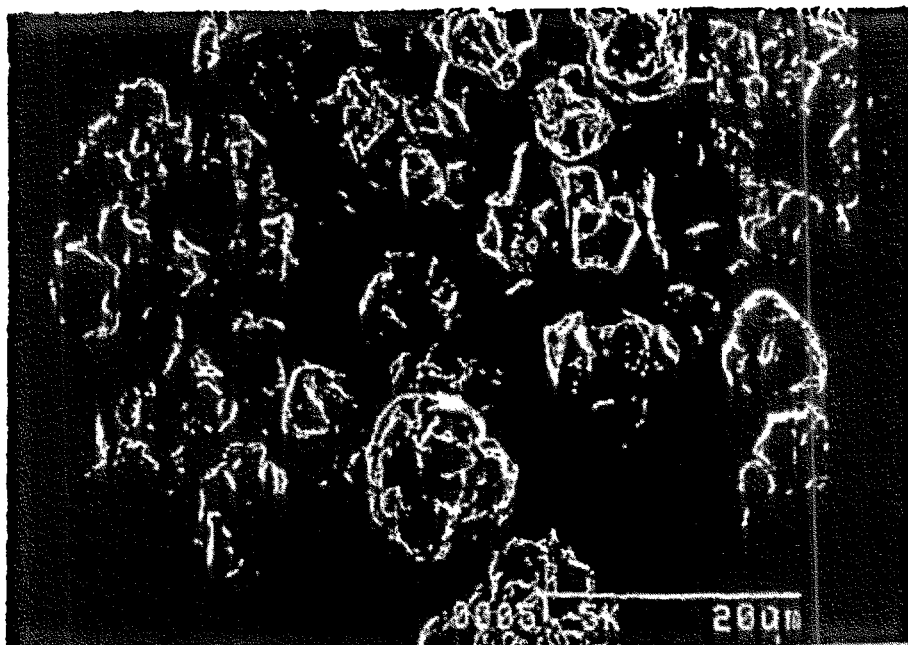


Fig. 6h

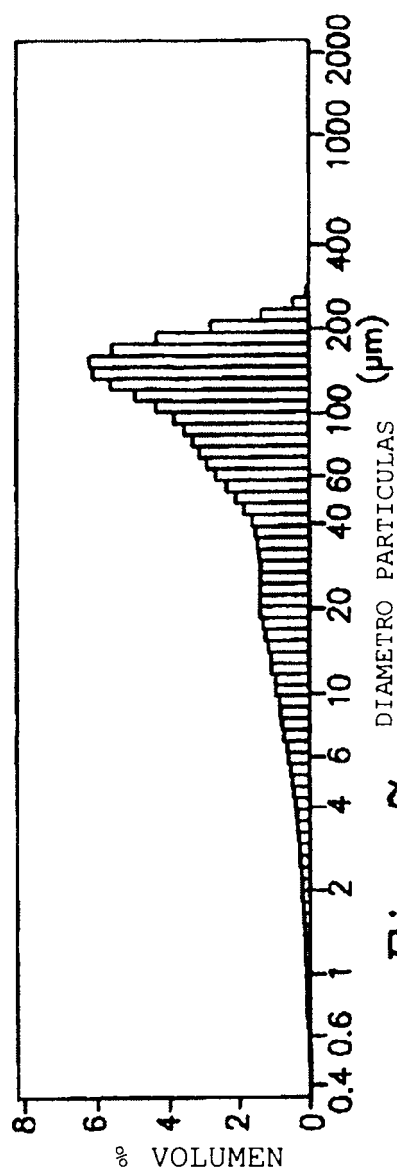


Fig. 7a

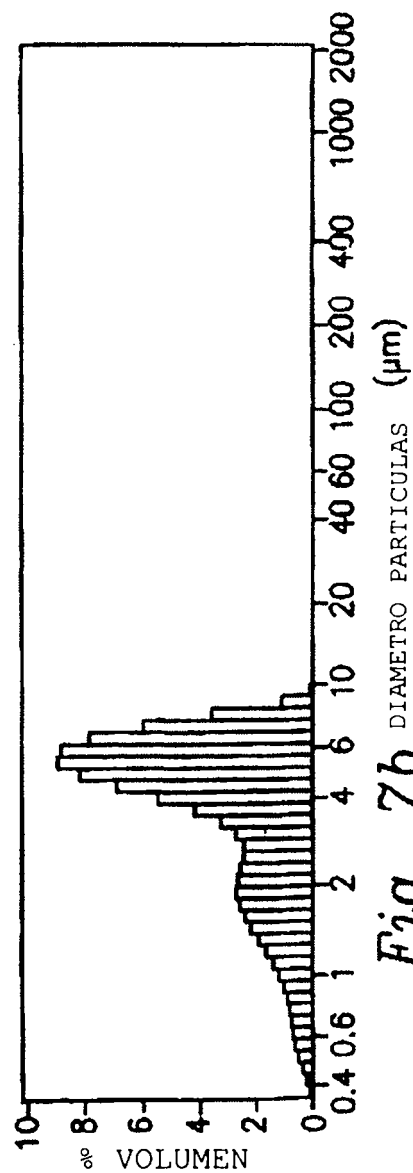


Fig. 7b

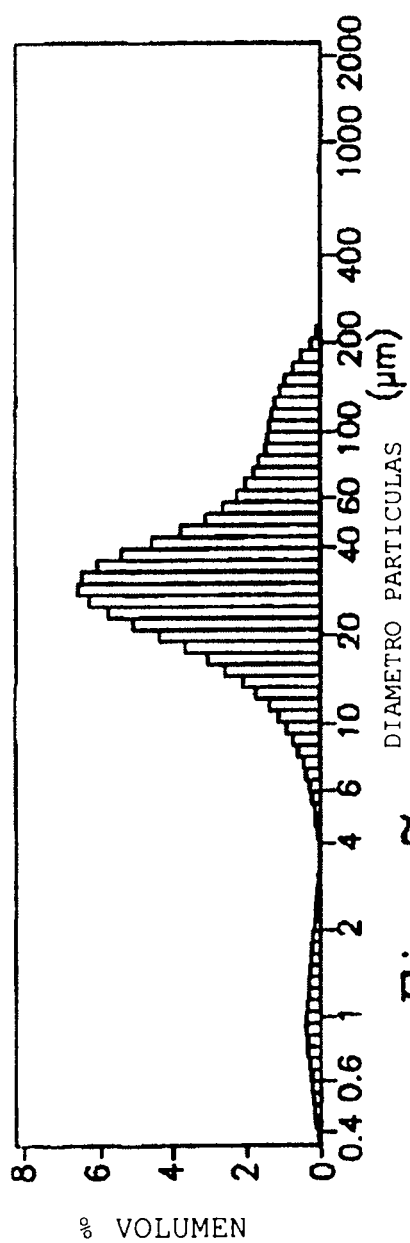


Fig. 7c

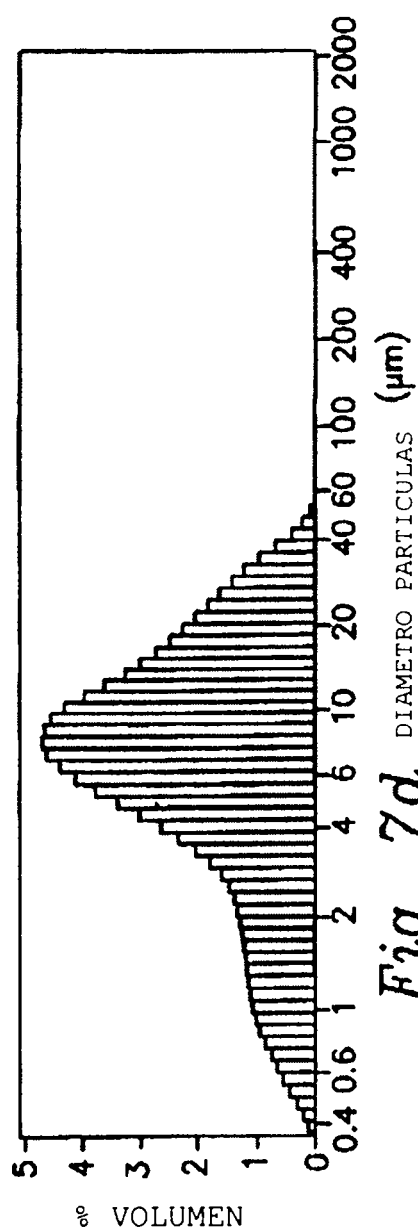
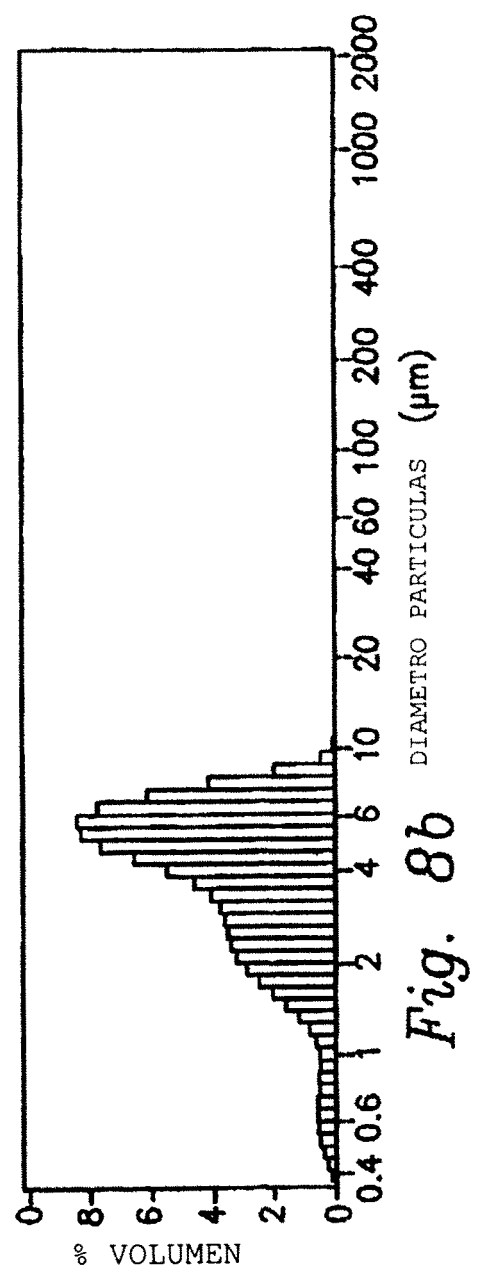
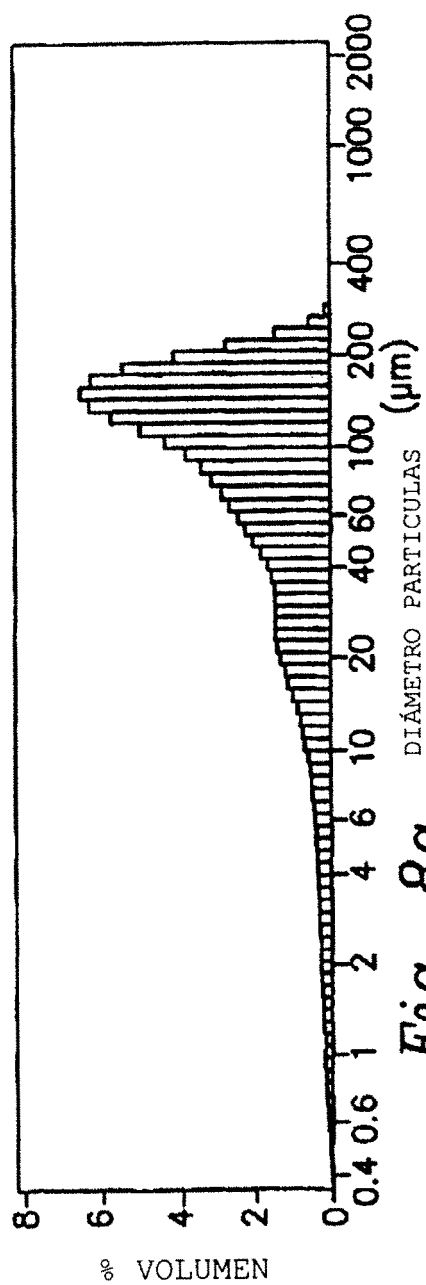


Fig. 7d



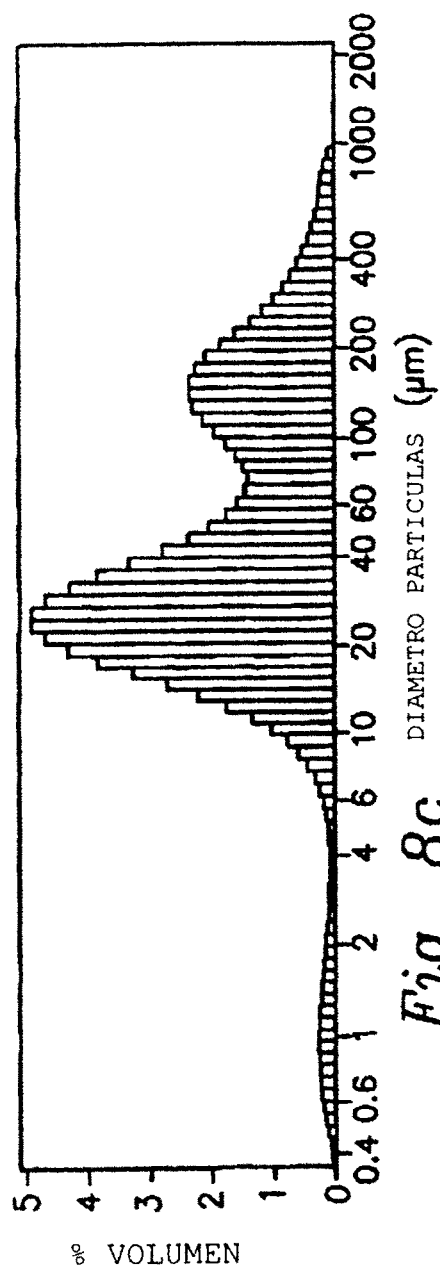


Fig. 8c

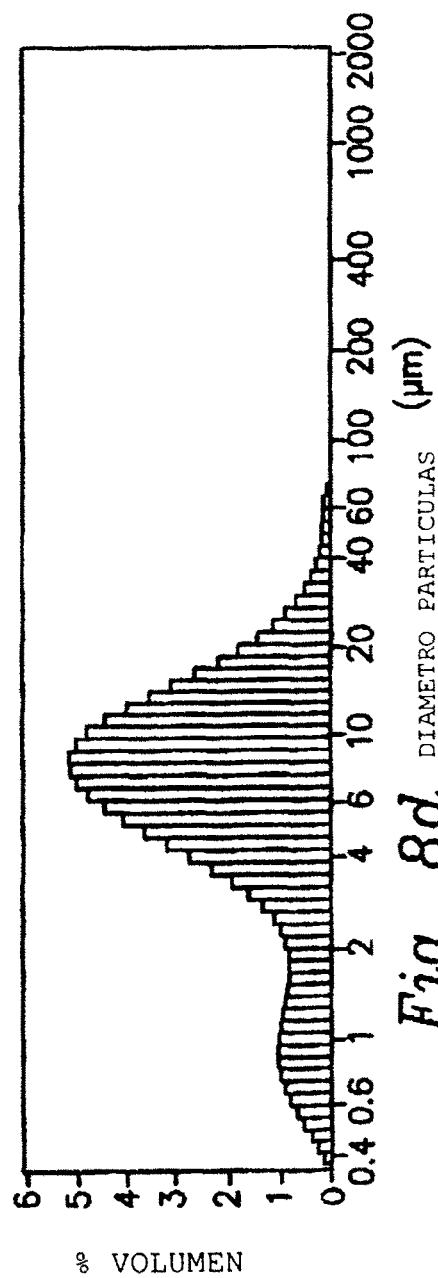
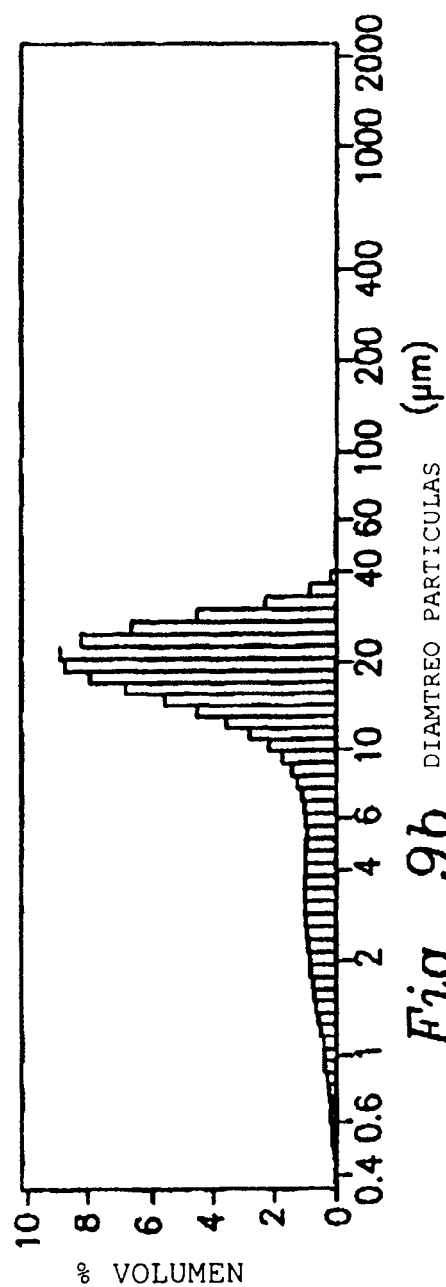
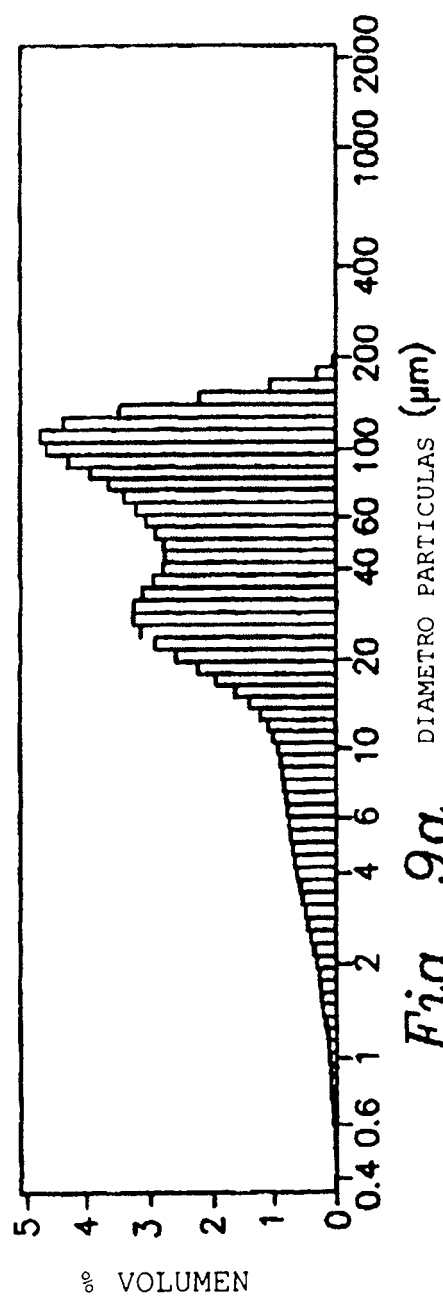
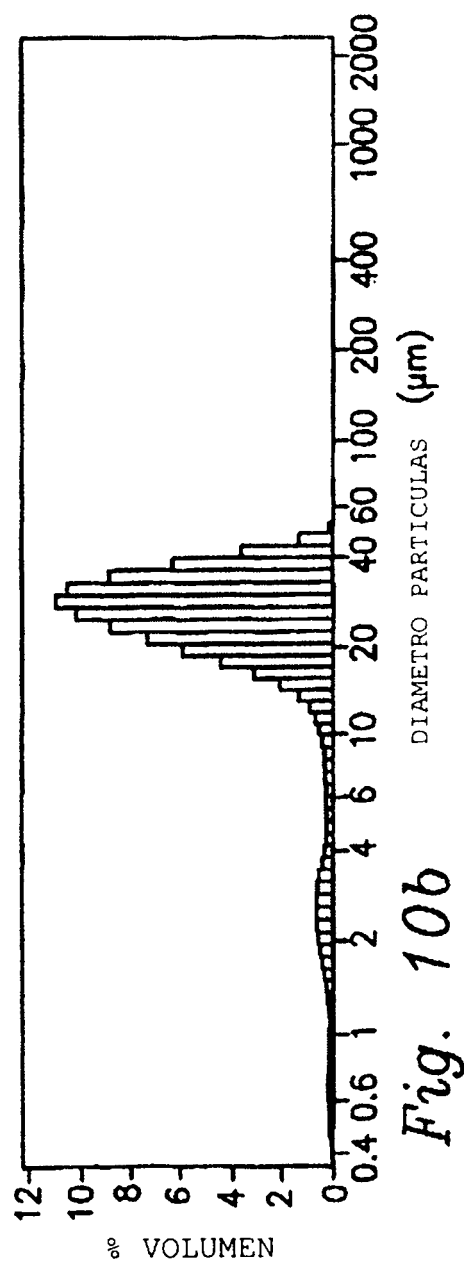
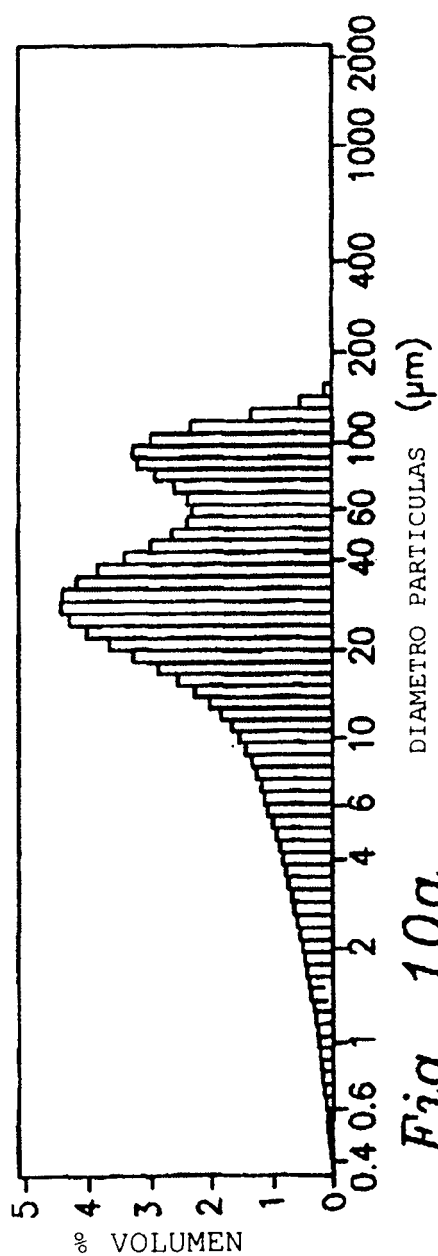
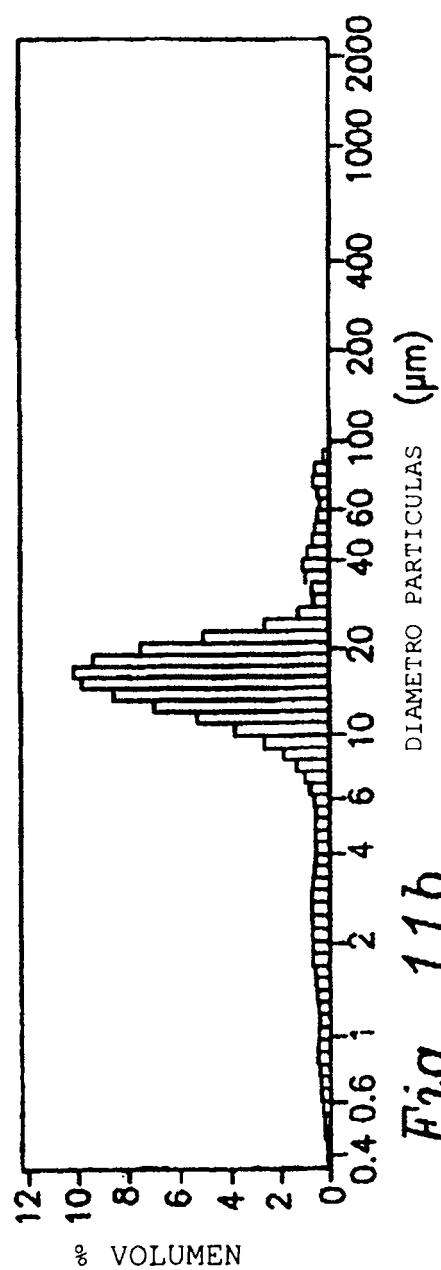
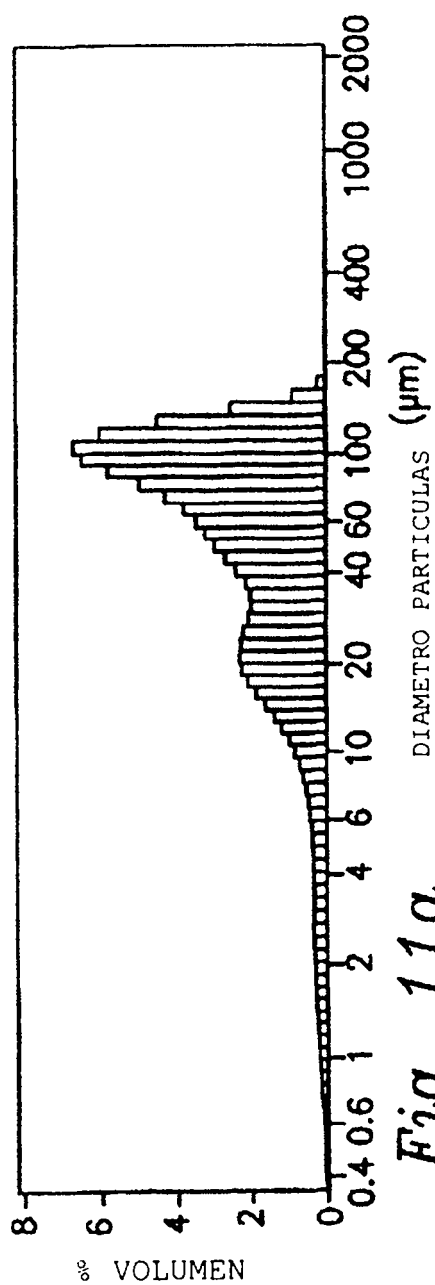
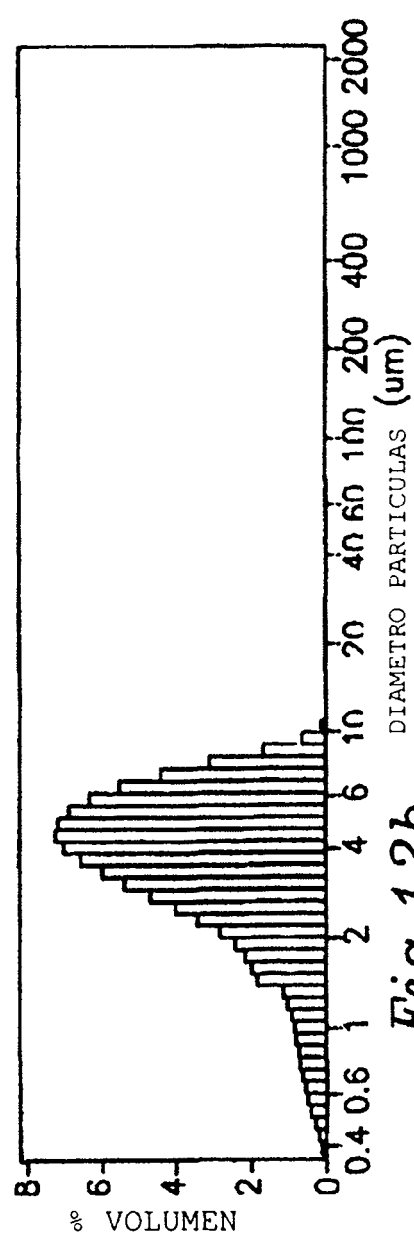
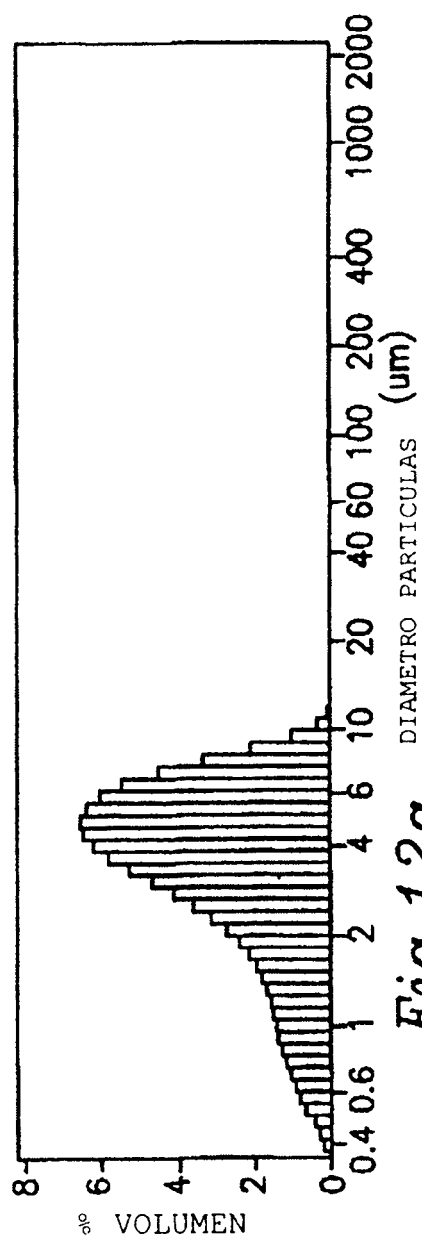


Fig. 8d









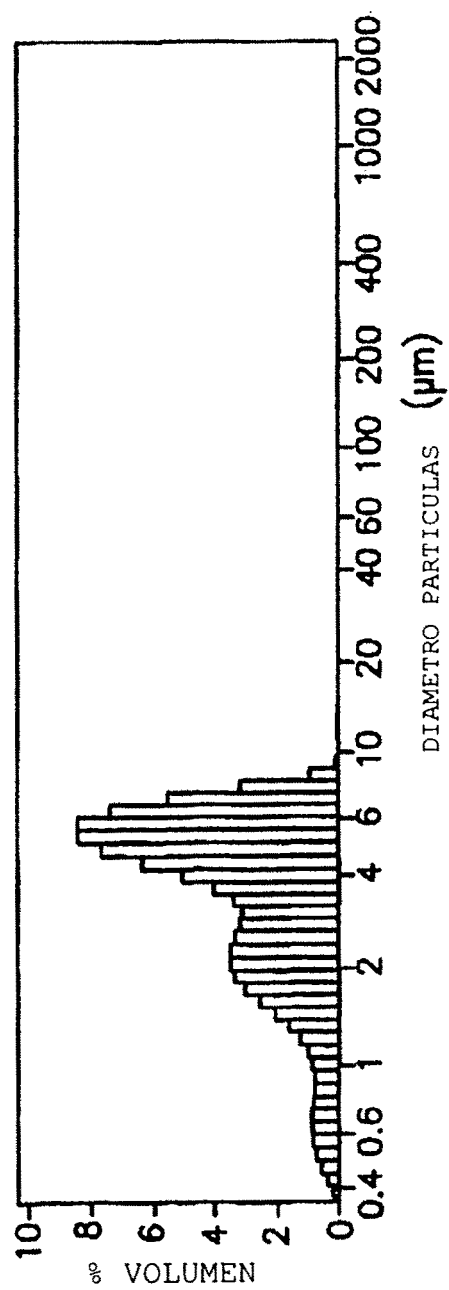


Fig. 12c