

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 629**

51 Int. Cl.:

A23J 3/14 (2006.01)

A23L 13/40 (2006.01)

A23J 3/22 (2006.01)

A23L 5/00 (2006.01)

A23J 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2014 PCT/US2014/049137**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2015 WO15020873**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2014 E 14750946 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 3030092**

54 Título: **Sistema y método para producir un producto proteico extruido**

30 Prioridad:

08.08.2013 WO PCT/US2013/054145
18.06.2014 US 201414308118

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.10.2020

73 Titular/es:

GENERAL MILLS, INC. (100.0%)
PO Box 1113 Number One General Mills
Boulevard
Minneapolis, Minnesota 55440, US

72 Inventor/es:

WALTHER, GOERAN;
VAN LENGERICH, BERNHARD, H.;
ROBIE, STEVEN, C. y
WEINSTEIN, JAMES, N.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 788 629 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método para producir un producto proteico extruido

TECNOLOGÍA

La presente descripción generalmente se refiere a sistemas y métodos para producir un producto proteico extruido.

5 ANTECEDENTES

Los desarrollos recientes en la extrusión han permitido la producción de productos proteicos extruidos hechos de fuentes de proteínas derivadas de animales y/o no animales que tienen fibras orientadas que son texturalmente similares a la carne. Aunque el sabor y la textura de tales productos proteicos extruidos se acerca al de la carne, hasta ahora la velocidad de producción ha sido limitada. De este modo, existe la necesidad de métodos y sistemas que puedan usarse para producir un producto proteico extruido que tenga fibras orientadas a velocidades comercialmente más aceptables. El documento US 2007/0269567 A1 describe composiciones de proteínas que contienen productos proteicos estructurados que tienen fibras de proteínas que están sustancialmente alineadas.

El documento AU 65669-74 describe una matriz de extrusión para su fijación en una extrusora de cereal.

15 El documento US 3.925.566 describe un procedimiento para preparar un producto alimentario inflado que simula carne.

SUMARIO

Se proporciona aquí un sistema para producir un producto proteico extruido. El sistema incluye una extrusora configurada para producir una corriente que comprende una composición proteica que tiene un componente de proteína que puede formar fibras orientadas, en la que la composición tiene un contenido de proteína de 15% a 90% basado en el peso seco de la composición, teniendo la corriente un contenido humedad de al menos 27%; y teniendo una matriz alargada un canal longitudinal interno configurado para recibir la corriente desde la extrusora, teniendo el canal longitudinal una sección transversal que es un bucle continuo a lo largo de al menos una porción de la longitud de la matriz, en la que el canal tiene una longitud y un grosor de separación como se define en la reivindicación 1 configurado para formar fibras orientadas a partir del componente de proteína en una orientación paralela generalmente uniforme a lo largo del grosor del producto proteico para producir el producto proteico extruido.

En algunas realizaciones, el canal tiene una sección transversal que es una curva cerrada simple. La sección transversal del canal puede ser sustancialmente elíptica, o sustancialmente circular.

En algunas realizaciones, el canal tiene superficies internas y externas que son sustancialmente concéntricas.

30 La relación entre la longitud del canal y el grosor de separación del canal está entre 30:1 y 1000:1, preferiblemente entre 40:1 y 240:1, entre 50:1 y 160:1, o entre 60:1 y 140:1.

El grosor de separación del canal está entre alrededor de 2 mm a 100 mm, preferiblemente entre 5 mm a 60 mm, o entre 10 mm y 30 mm.

35 En algunas realizaciones, el diámetro externo del canal puede estar entre 130 mm y 1000 mm, entre 160 mm y 750 mm, o entre 200 mm y 500 mm.

En algunas realizaciones, el canal puede tener una sección transversal generalmente constante a lo largo de sustancialmente toda su longitud.

En algunas realizaciones, la matriz alargada puede incluir un aparato de enfriamiento dentro y fuera del canal longitudinal.

40 En algunas realizaciones, el contenido de humedad de la composición proteica puede ser de 27% a 85%.

En algunas realizaciones, la matriz puede ser modular.

En algunas realizaciones, el sistema puede incluir además un aparato de transición entre la extrusora y la matriz. El aparato de transición puede configurarse para distribuir sustancialmente de manera uniforme una corriente en el bucle continuo del canal. En algunas realizaciones, el aparato de transición incluye un aparato generalmente en forma de cono para distribuir la corriente. En algunas realizaciones, el aparato de transición puede configurarse para dividir una corriente en dos o más subcorrientes para distribuir la corriente.

En algunas realizaciones, el aparato de transición puede configurarse para prelinear porciones de la corriente para facilitar la texturización.

En algunas realizaciones, el aparato de transición puede incluir una mezcladora estática. La mezcladora estática se puede configurar para mezclar al menos parcialmente un aditivo en la corriente. En algunas realizaciones, la mezcladora estática puede configurarse para mezclar de manera incompleta el aditivo en la corriente.

5 Se proporciona aquí un método para producir un producto proteico extruido que tiene fibras que están orientadas en una orientación generalmente paralela. El método incluye producir una corriente que comprende una composición proteica que tiene un componente de proteína que puede formar fibras orientadas, en el que la composición proteica tiene un contenido de proteína de 15% a 90% basado en el peso seco de la composición proteica, y en el que la corriente tiene un contenido de humedad de al menos 27%; y dirigir la corriente a través de un canal alargado de una matriz como se define en la reivindicación 10 para formar fibras orientadas a partir del componente de proteína
10 en una orientación paralela generalmente uniforme a lo largo del grosor del producto proteico para formar el producto proteico extruido, en el que el canal alargado tiene una sección transversal que es un bucle continuo de modo que el producto proteico extruido sale de la matriz que tiene una sección transversal que es un bucle continuo.

15 El canal alargado tiene un grosor de separación y una longitud longitudinal. La relación entre la longitud del canal y el grosor de separación del canal está entre 30:1 y 1000:1, preferiblemente entre 40:1 y 240:1, entre 50:1 y 160:1, o entre 60:1 y 140:1.

En algunas realizaciones, la temperatura del producto proteico extruido al salir del canal puede estar entre 40°C y 110°C, entre 55°C y 90°C, o entre 70°C y 85°C.

En algunas realizaciones, la temperatura de la corriente al entrar en el canal está entre 90°C y 180°C, entre 100°C y 155°C, o entre 115°C y 120°C.

20 En algunas realizaciones, el producto proteico extruido puede prepararse a una velocidad de al menos 400 kg/h.

En algunas realizaciones, la proteína puede incluir una proteína no derivada de animal.

En algunas realizaciones, el método puede incluir además dirigir la corriente a través de un aparato de transición.

En algunas realizaciones, el método puede incluir además dirigir la corriente a través de una mezcladora estática.

25 En algunas realizaciones, el método puede incluir además mezclar al menos parcialmente un aditivo en la corriente. El aditivo puede mezclarse de manera incompleta en la corriente. El aditivo puede incluir uno o más de un lípido, un agente colorante, un hidrocoloide, un hidrato de carbono, un suavizante o poliol, una enzima, un agente de ajuste del pH, una sal, un macronutriente, o un micronutriente. En algunas realizaciones, el aditivo puede proporcionar un aspecto o función deseada en el producto proteico extruido.

30 En algunas realizaciones, la corriente puede distribuirse de manera sustancialmente uniforme por el aparato de transición en el bucle continuo del canal. En algunas realizaciones, el aparato de transición puede incluir un aparato generalmente en forma de cono para distribuir la corriente. En algunas realizaciones, el aparato de transición puede dividir la corriente en dos o más subcorrientes para distribuir la corriente.

En algunas realizaciones, el aparato de transición puede prelinear porciones de la corriente para facilitar la texturización.

35 También se describe aquí, y no pertenece a la invención, un producto proteico extruido elaborado mediante un método proporcionado aquí.

Estas y otras diversas características y ventajas serán evidentes a partir de la lectura de la siguiente descripción detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

40 La Figura 1 muestra una matriz según una realización. Se muestra una sección transversal en el recuadro.

La Figura 2 muestra una matriz según una realización.

La Figura 3 muestra una matriz según una realización.

La Figura 4 muestra secciones transversales representativas de matriz de canal de bucle continuo según realizaciones de la invención.

45 La Figura 5 muestra secciones transversales representativas de matriz de canal de bucle continuo según realizaciones de la invención.

La Figura 6 muestra secciones transversales representativas de matriz de canal de bucle continuo según realizaciones de la invención.

La Figura 7 muestra secciones transversales representativas de matriz de canal de bucle continuo según realizaciones de la invención.

La Figura 8 muestra fotomicrográficas confocales de un producto proteico extruido que tiene fibras orientadas con un aumento de 20x.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Si bien la tecnología de extrusión ha comenzado a producir productos proteicos que tienen una textura agradable, al tiempo que reduce o elimina el uso de proteínas animales, las velocidades de producción generalmente se han visto limitadas por la necesidad de mantener una textura deseada. Algunos consumidores desean que dichos productos tengan una textura que imite la carne. Una forma de lograr dicha textura deseada en un producto proteico extruido es formar fibras generalmente orientadas en paralelo a partir de un componente de proteína en el producto. El cizallamiento superficial en un canal de matriz de enfriamiento durante el procedimiento de extrusión puede contribuir a la formación de fibras orientadas en paralelo. Sin embargo, la cizalladura desigual puede ser causada por los canales de matriz de enfriamiento tradicionales que típicamente tienen una sección transversal rectangular debido a la concentración de cizallamiento en los lados del rectángulo, lo que da como resultado una menor calidad de un producto extruido, particularmente a velocidades más altas. Los canales de matriz de enfriamiento redondos, por otro lado, pueden presentar desafíos para texturizar y/o enfriar el centro del producto durante el procedimiento de extrusión, especialmente en diámetros mayores. Además, el ajuste de la longitud de un canal de matriz de enfriamiento para mejorar la texturización y/o enfriamiento típicamente da como resultado dificultades de extrusión debido a caídas de presión a medida que se alarga un canal.

Como se describe aquí, se ha descubierto que una matriz con un canal longitudinal que tiene una sección transversal que es un bucle continuo puede usarse no solo para producir un producto proteico extruido de alta calidad con fibras orientadas generalmente paralelas, sino que puede hacerlo a velocidades relativamente altas. Se ha descubierto que un canal de matriz con una sección transversal de bucle continuo puede proporcionar una velocidad de corte más uniforme para formar una textura deseada que un canal que tiene lados discretos al eliminar los lados.

También se ha descubierto que, al ajustar la relación entre el grosor de un canal que tiene una sección transversal de bucle continuo y la longitud del canal, la calidad del producto proteico extruido puede mantenerse mientras se mantiene una velocidad de producción relativamente alta a pesar de una caída de presión esperada. Sorprendentemente, un método descrito aquí puede producir un producto proteico extruido a una velocidad de al menos 400 kg/h (por ejemplo, 400 kg/h a 1600 kg/h, preferiblemente 450 kg/h a 7000 kg/h, y más preferiblemente 500 kg/h a 13000 kg/h) o más, dependiendo de la capacidad de una extrusora utilizada para suministrar extrusado a la matriz.

Un producto proteico extruido que tiene fibras orientadas proporcionado aquí se produce extruyendo una composición proteica que tiene un componente de proteína que puede formar fibras orientadas. Un componente proteico en una composición proteica puede formar fibras que pueden orientarse según se desee para producir un producto proteico extruido. Las fibras pueden orientarse en una orientación generalmente paralela, pero no necesitan orientarse linealmente. En algunas realizaciones, las fibras que están orientadas en una orientación generalmente paralela pueden orientarse de manera lineal (por ejemplo, longitudinal en la dirección de extrusión) o curva. Las fibras no necesitan ser perfectamente paralelas, y pueden solaparse y proporcionar aún una textura deseada a un producto proteico extruido. En algunas realizaciones, las fibras en un producto proteico extruido proporcionado aquí pueden orientarse de modo que impartan una estructura sustancialmente similar a la carne al producto proteico extruido. Como se usa aquí, un producto proteico extruido tiene una estructura sustancialmente similar a la carne si tiene una estructura que es similar en textura a la carne animal cruda o cocida. Un producto proteico extruido proporcionado aquí tiene típicamente un contenido de proteína de 15% a 90% (por ejemplo, de 20% a 80%, de 30% a 75%, o de 40% a 85%) basado en el peso seco, un contenido de humedad mayor que 27%, y fibras proteicas alargadas dispuestas en una disposición generalmente paralela. La densidad y la longitud de las fibras proteicas alargadas en un producto proteico extruido pueden ajustarse para producir estructuras similares a diferentes tipos de carne, tales como pollo, res, cordero, cerdo, o pescado. Sin embargo, debe entenderse que un producto proteico extruido proporcionado aquí no necesita tener una estructura idéntica o indistinguible de la carne. En la FIG. 8 se muestran ejemplos de productos proteicos extruidos que tienen fibras generalmente orientadas en paralelo.

Un procedimiento para obtener un producto proteico extruido proporcionado aquí puede incluir la producción de una corriente que comprende una composición proteica que tiene un componente de proteína que puede formar fibras orientadas. Una composición proteica, como se usa aquí, incluye al menos un componente de proteína y agua. Un componente de proteína incluye al menos una proteína no derivada de animal, proteína derivada de animal, o mezclas de las mismas. Una proteína no derivada de animal puede derivar de cualquier fuente no animal apropiada (por ejemplo, plantas, algas, bacterias, hongos, o levaduras). Los ejemplos de proteínas no derivadas de animal incluyen, pero no se limitan a, mezclas brutas de proteínas (por ejemplo, harina de grano, harina de leguminosas, extracto de levadura, extracto, o extracto de algas), o proteínas parcial o totalmente purificadas en forma de

- concentrados de proteínas o aislados de proteína (por ejemplo, zeína, gluten, aislado de proteína de soja, o concentrado de proteína de soja). Una proteína derivada de animal puede derivar de cualquier fuente animal apropiada (por ejemplo, carne, huevo, o lácteos) de cualquier animal apropiado (por ejemplo, aves de corral, bovinos, cerdos, caballos, peces, ovejas, cabras, o ciervos). Los ejemplos de proteínas derivadas de animal incluyen, pero no se limitan a, mezclas brutas de proteínas (por ejemplo, carne deshuesada mecánicamente, surimi, carne picada, o pasta de carne), o proteínas purificadas parcial o totalmente (por ejemplo, gelatina, caseína, suero, albúmina, o aislado de proteína de leche). Una proteína derivada de animal o no derivada de animal para uso en un procedimiento proporcionado aquí puede ser un derivado (por ejemplo, isómero, hidrolizado, forma de sal) de una proteína natural.
- 5 El contenido de proteína de una composición proteica adecuada para uso en los métodos proporcionados aquí puede variar de 15% del peso de los ingredientes secos a 90% del peso de los ingredientes secos. Por ejemplo, en base al peso seco de la composición proteica, el contenido de proteína de una composición proteica puede ser de 20% a 80%, o de 30% a 85%. La cantidad de proteína y/o tipo de proteína en una composición proteica puede ajustarse para ajustar el contenido de proteína o la textura de un producto proteico extruido producido a partir de la composición proteica. En algunas realizaciones, el contenido de proteína en una composición proteica puede ajustarse para ajustar la viscosidad, las propiedades gelificantes, las propiedades de unión al agua, las propiedades de unión al aceite, las propiedades emulsionantes, o las propiedades de cizallamiento de la composición proteica. En algunas realizaciones, el tipo de componente proteico incluido en una composición proteica puede determinar el contenido de proteína de una composición proteica. Por ejemplo, una composición proteica que incluye concentrado de proteína de soja, que tiene un contenido de proteína de 70% en peso seco, en una cantidad de 65% en peso de los ingredientes secos puede tener un contenido de proteína de 45% en peso de los ingredientes secos. Sin embargo, una composición proteica que incluye aislado de proteína de soja, que tiene un contenido de proteína de 90% en peso seco, en una cantidad de 65% en peso de los ingredientes secos puede tener un contenido de proteína de 58% en peso de los ingredientes secos.
- 10 Una composición proteica adecuada para uso en los métodos proporcionados aquí puede tener un contenido de humedad de al menos 27% en peso de la composición proteica. Por ejemplo, el contenido de humedad puede ser de 27% a 85%, de 30% a 70%, de 40% a 70%, o de 50% a 65%. El contenido de humedad de una composición proteica puede ajustarse para ajustar el contenido de humedad o la textura de un producto proteico extruido producido a partir de la composición proteica. En algunas realizaciones, el contenido de humedad en una composición proteica puede ajustarse para ajustar la viscosidad o las propiedades de cizallamiento de la composición proteica para dar como resultado la dureza, cohesividad, elasticidad, y/o masticabilidad deseadas de un producto proteico extruido obtenido usando la composición proteica. En algunas realizaciones, el contenido de humedad en una composición proteica puede ajustarse para ajustar la solubilidad de uno o más componentes en la composición proteica.
- 15 En algunas realizaciones, una composición proteica adecuada para uso en los métodos proporcionados aquí también incluye uno o más componentes que incluyen, sin limitación, un componente de hidrato de carbono, un componente de lípido, un agente de ajuste del pH, un agente aromatizante, un agente colorante, un macronutriente, un micronutriente, una vitamina, y un mineral. La cantidad y el tipo de componentes adicionales en una composición proteica se pueden ajustar para ajustar el valor nutricional, sabor, aroma, color, aspecto, y/o textura de un producto proteico extruido producido a partir de la composición proteica. En algunas realizaciones, la cantidad y el tipo de componentes adicionales en una composición de proteína se pueden ajustar para ajustar la viscosidad, las propiedades gelificantes, las propiedades de unión al agua, las propiedades de unión al aceite, las propiedades emulsionantes, o las propiedades de cizallamiento de la composición proteica. En algunas realizaciones, la cantidad y el tipo de componentes adicionales en una composición proteica se pueden ajustar para ajustar la solubilidad de uno o más componentes en la composición proteica.
- 20 Las composiciones de proteína adecuadas para uso en los métodos proporcionados aquí se pueden encontrar, por ejemplo, en la patente U.S. nº 5.922.392, en la pub. de patente U.S. nº 2007/0269583, pub. de patente U.S. nº 2009/0291188, pub. de patente U.S. nº 2012/0093994, documentos EP1778030, EP1059040, y WO 2003/007729, todos los cuales se incorporan aquí como referencia. Se pueden encontrar composiciones proteicas adicionales adecuadas para uso en los métodos proporcionados aquí en "Continuous restructuring of mechanically deboned chicken meat by HTST extrusion cooking" (Megard et al., *Journal of Food Science*, 50:1364-9 (1985)), "High moisture extrusion with a twin-screw extruder: Fate of soy protein during the repetition of extrusion cooking" (Isobe y Noguchi, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 34:456-61 (1987)), "Microstructure studies of texturized vegetable protein products: Effects of oil addition and transformation of raw material in various sections of a twin screw extruder" (Gwiazda et al., *Food Microstructure*, 6:57-61 (1987)), "Texturization of surimi using a twin-screw extruder" (Aoki et al., *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 36(9):748-53 (1989)), "Extrusion cooking of high moisture protein foods" (Noguchi, en *Extrusion Cooking*, American Association of Cereal Chemists, Ed. Mercier, Linko, and Harper (1989)), "New protein texturization process by extrusion cooking at high moisture levels" (Cheftel et al., *Food Reviews International*, 8(2):235-75 (1992)), e "Influence of process variables on the characteristics of a high moisture fish soy protein mix texturized by extrusion cooking" (Thiebaud et al., *Lebensm.-Wiss. U.-Technol.*, 29:526-35 (1996)), todos los cuales se incorporan aquí como referencia.
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60

Se puede producir una corriente que comprende una composición proteica usando cualquier método y equipo apropiados. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se puede producir una corriente usando una extrusora. Una extrusora adecuada para uso en los métodos proporcionados aquí puede incluir, por ejemplo, una extrusora de un solo tornillo, doble o triple, o una extrusora de anillo. Por ejemplo, en un método proporcionado aquí, se puede usar una extrusora de dos tornillos co-giratorios, engranados entre sí. Los fabricantes de extrusoras de dos tornillos co-giratorios incluyen, por ejemplo, Coperion, Wenger, Clextal, Berstorf, APV, Buhler, y Leistritz. Los fabricantes de extrusoras de un solo tornillo incluyen, por ejemplo, Wenger, APV y Buhler.

En algunas realizaciones, se puede producir una corriente a través de, por ejemplo, una bomba desde una salida en un recipiente que contiene una composición de proteína.

La temperatura y/o la viscosidad de una corriente se pueden ajustar para ajustar el comportamiento del flujo, el equilibrio del flujo, u otras propiedades de la corriente, tales como la fusión de proteínas en una extrusora y/o el enfriamiento, la gelificación, el endurecimiento, y la formación de estructuras en la matriz. Por ejemplo, una corriente puede tener una temperatura de 20°C a 210°C. En algunas realizaciones, una corriente puede tener una temperatura de 100°C a 150°C. En algunas realizaciones, una corriente puede tener una temperatura de 50°C a 160°C, o de 70°C a 145°C.

Una corriente se puede dirigir entonces a una matriz. Las FIGS. 1-3 ilustran ejemplos de una matriz 100, 200, 300 adecuada para uso en un método proporcionado aquí. Generalmente, una matriz 100, 200, 300 incluye una porción interna 102, 202, 302 que se extiende a lo largo de un eje central A1, A2, A3. La porción interna 102, 202, 302 tiene un diámetro interno D1, D2, D3 medido de lado a lado a través del eje central A1, A2, A3, y está alojada de manera estable dentro de una porción externa 106, 206, 306 que tiene un diámetro externo D4, D5, D6 medido de lado a lado a través del eje central A1, A2, A3, en el que el diámetro externo D4, D5, D6 es mayor que el diámetro interno D1, D2, D3. La porción interna 102, 202, 302 se puede soportar dentro de la porción externa 106, 206, 306 usando cualquier componente apropiado, tal como al menos una caña (por ejemplo, 1, 2, 3, 4 o 5) 204, una placa de fijación 304, o mediante un aparato de transición 500 en uno o más puntos a lo largo de la longitud de la matriz. En algunas realizaciones, la porción interna puede ser soportada por un componente que está más allá de la longitud de la porción externa.

La porción interna 102, 202, 302 y la porción externa 106, 206, 306 están espaciadas para definir un canal longitudinal interno 110, 210, 310 que tiene una sección transversal S1 que es un bucle continuo a lo largo de al menos una parte de la longitud L1, L2, L3 de la matriz. La porción interna 102, 202, 302 y la porción externa 106, 206, 306 están dispuestas de manera que el diámetro interno D1, D2, D3 define una superficie interna 112, 212, 312 del canal 110, 210, 310, que generalmente es paralela a la superficie externa 114, 214, 314 definida por el diámetro externo D4, D5, D6. El canal longitudinal interno 110, 210, 310 tiene un grosor de separación T1, T2, T3 definido por la superficie interna 112, 212, 312 y la superficie externa 114, 214, 314. El grosor de separación T1, T2, T3 puede permanecer igual, o cambiar, a lo largo de la longitud B1, B2, B3 del canal 110, 210, 310.

El canal longitudinal interno 110, 210, 310 tiene un primer extremo 116, 216, 316 en o cerca del cual se encuentra una entrada 118, 218, 318 que está configurada para depositar una corriente que comprende una composición proteica en el canal 110, 210, 310. El canal longitudinal interno 110, 210, 310 también tiene un segundo extremo (es decir, salida) 120, 220, 320 desde el cual un producto proteico extruido sale del canal 110, 210, 310. El canal longitudinal interno 110, 210, 310 tiene una longitud B1, B2, B3 medida desde la entrada 118, 218, 318 hasta el segundo extremo 120, 220, 320.

Los diámetros externos adecuados de un canal longitudinal interno pueden ser de 130 a 2500 mm (por ejemplo, de 160 mm a 1200 mm, de 200 mm a 1000 mm, de 250 mm a 500 mm, de 300 mm a 450 mm, o de 325 mm a 400 mm). Los diámetros interno y externo de un canal longitudinal interno se pueden ajustar según sea apropiado para proporcionar un grosor de separación deseado T1, T2, T3. El grosor de separación es de 2 mm a 100 mm (por ejemplo, 5 mm a 60 mm, o 5 mm a 30 mm). En algunas realizaciones, se puede ajustar un diámetro interno y/o externo para ajustar una velocidad de producción de un producto proteico extruido. Por ejemplo, en algunas realizaciones, se puede aumentar un diámetro interno y externo para aumentar la velocidad de producción de un producto proteico extruido.

En algunas realizaciones, se puede seleccionar un grosor de separación para proporcionar una velocidad de enfriamiento deseada de una composición proteica que pasa a través del canal interno. Por ejemplo, un grosor de separación más pequeño puede proporcionar una velocidad de enfriamiento más rápida, mientras que un grosor de separación más grande puede proporcionar una velocidad de enfriamiento más lenta. En algunas realizaciones, una velocidad de enfriamiento puede afectar a cómo se orientan las fibras en una composición proteica a medida que pasan a través de un canal interno. En algunas realizaciones, se puede seleccionar una velocidad de enfriamiento para proporcionar una orientación generalmente uniforme de las fibras en todo el grosor de un producto proteico extruido producido a partir de una composición proteica, o para proporcionar una orientación no uniforme cerca de una superficie de un producto proteico extruido en comparación con una parte interior del producto proteico extruido.

En algunas realizaciones, se puede seleccionar un grosor de separación para proporcionar una velocidad de cizallamiento deseada. Una velocidad de cizallamiento puede afectar a la orientación de la fibra de una composición proteica a medida que pasa a través de un canal interno. Sin embargo, debe entenderse que diversos factores además del grosor de separación también pueden afectar a la velocidad de cizallamiento, tal como la temperatura de la composición proteica, el contenido de ingredientes de la composición proteica, o los materiales que comprenden las superficies interna y externa del canal.

Un bucle continuo de un canal longitudinal interno de una matriz puede ser una curva cerrada simple de cualquier geometría, tal como una forma generalmente elíptica (por ejemplo, circular u ovoide; FIG. 4), una forma generalmente poligonal (por ejemplo, rectangular o dodecaédrica; FIG. 5), o una forma irregular (por ejemplo, forma laminar; FIG. 6). Como tal, debe entenderse que un diámetro, como se describe aquí, se refiere a una distancia desde la superficie interna en un lado de un canal hasta la superficie interna del otro lado del canal, medido a lo largo de una línea que atraviesa el eje central del canal (para un diámetro interno), o desde una superficie externa en un lado de un canal hasta la superficie externa en el otro lado del canal, medido a lo largo de una línea que atraviesa el eje central del canal (para un diámetro externo), según sea apropiado para la geometría del canal. Por ejemplo, si un bucle continuo de un canal es una curva cerrada simple de geometría circular, el diámetro será aproximadamente el mismo desde el eje hasta la superficie interna del canal en todos los puntos en una sección transversal del canal. En otro ejemplo, si un bucle continuo de un canal es una curva cerrada simple de una geometría rectangular, el diámetro puede variar de un punto a otro a lo largo de la superficie interna del canal en una sección transversal del canal. En algunas realizaciones, las superficies interna y externa de un canal pueden definir diferentes geometrías (por ejemplo, la FIG. 7), como se observa desde una sección transversal del canal. Por ejemplo, la superficie interna de un canal puede definir una geometría circular, mientras que la superficie externa puede definir una geometría octogonal. Debe entenderse que un canal que tiene superficies internas y externas con dos geometrías diferentes todavía debe definir un grosor de separación, aunque el grosor de separación puede variar en diferentes puntos del canal. En algunas realizaciones, la sección transversal del bucle continuo del canal puede permanecer constante a lo largo de la longitud del canal. En general, se prefiere una geometría de curva cerrada simple que reduzca el cizallamiento desigual creado por ángulos agudos. Por ejemplo, una geometría que tiene una forma generalmente elíptica, tal como, por ejemplo, las mostradas en la FIG. 4, o que solo tiene ángulos grandes, tal como la geometría etiquetada "A" en la FIG. 5, se prefieren más a las geometrías etiquetadas "B" o "C" en la FIG. 5, o a las geometrías mostradas en las FIGS. 6-7.

El canal longitudinal interno 110, 210, 310 está configurado para orientar las fibras de una composición proteica en una orientación generalmente longitudinal a medida que la composición proteica pasa a lo largo de la longitud B1, B2, B3 del canal. Un canal longitudinal 110, 210, 310 puede tener una longitud de 50 cm a 500 cm (por ejemplo, de 50 cm a 460 cm, de 100 cm a 300 cm, o de 130 cm a 200 cm) de longitud. Se puede seleccionar una longitud de canal longitudinal para proporcionar un tiempo de residencia preferido de una composición proteica en el canal longitudinal. Por ejemplo, se puede seleccionar una longitud de un canal longitudinal para proporcionar un tiempo de residencia de alrededor de 10 segundos a alrededor de 1200 segundos (por ejemplo, de 30 segundos a 600 segundos, de 60 segundos a 300 segundos, o de 160 segundos a 240 segundos). Generalmente, un canal longitudinal más largo puede proporcionar un tiempo de residencia más largo, mientras que un canal longitudinal más corto puede proporcionar un tiempo de residencia más corto. Sin embargo, debe entenderse que el tiempo de residencia puede verse afectado por diversos factores que incluyen, sin limitación, el caudal y/o la velocidad de la composición proteica y las dimensiones de la matriz de enfriamiento. Un tiempo de residencia deseado en un canal longitudinal se puede ajustar para proporcionar condiciones adecuadas para producir una textura deseada de un producto proteico extruido producido a partir de una composición proteica.

Una relación entre la longitud del canal y el grosor de separación de 30:1 a 1000:1 (por ejemplo, de 40:1 a 240:1, de 50:1 a 160:1, o de 60:1 a 140:1) se selecciona para configurar un canal longitudinal interno 110, 210, 310 para orientar las fibras de una composición proteica en una dirección generalmente longitudinal. Se puede seleccionar una relación entre la longitud del canal y el grosor de separación para proporcionar una velocidad de enfriamiento deseada, un tiempo de residencia deseado, y/o una velocidad de cizallamiento deseada, a fin de proporcionar una textura deseada de un producto proteico extruido. Por ejemplo, una relación más baja (por ejemplo, 30:1) generalmente daría como resultado una velocidad de enfriamiento más rápida, mientras que una relación más alta (por ejemplo, 1000:1) generalmente permitiría una velocidad de enfriamiento más lenta.

La textura de la superficie, el material de la superficie, la temperatura, y la longitud de un canal pueden ajustarse para proporcionar la textura deseada a un producto proteico extruido y/o controlar el balance y/o flujo de una composición proteica en el canal. Para controlar y/o ajustar la temperatura de un canal longitudinal interno 110, 210, 310, una matriz 100, 200, 300 puede incluir uno o más aparatos de enfriamiento 140, 160, 240, 260, 340, 360 a lo largo de al menos una porción de la longitud B1, B2, B3 del canal 110, 210, 310. En algunas realizaciones, una matriz 100, 200, 300 incluye un aparato de enfriamiento 140, 240, 340 que enfría la superficie interna 112, 212, 312. En algunas realizaciones, una matriz 100, 200, 300 incluye un aparato de enfriamiento 160, 260, 360 que enfría la superficie externa 114, 214, 314. Un aparato de enfriamiento puede usar cualquier método apropiado para enfriar una superficie interna y/o una superficie externa de un canal longitudinal interno. Por ejemplo, un fluido refrigerante (por ejemplo, agua, alcohol, refrigerante, o aire; no mostrado) se puede usar en un aparato de enfriamiento 140, 160, 240, 260, 340, 360 para enfriar la superficie interna 112, 212, 312 y/o superficie externa 114, 214, 314. En algunas

5 realizaciones, al menos una porción de un canal puede pasar a través de una cámara refrigerada. En algunas realizaciones, al menos una porción de un canal se enfría por evaporación de un líquido. Aunque se prefiere que una superficie interna y una superficie externa se enfríen a una velocidad similar, una superficie interna y una superficie externa no necesitan enfriarse de la misma manera o a la misma velocidad. Por ejemplo, una superficie interna y una superficie externa se pueden enfriar a velocidades diferentes si se desea una textura diferente en una superficie de un producto proteico extruido que en otra superficie del producto proteico extruido.

10 En algunas realizaciones, la temperatura puede ser diferente en diferentes porciones de un canal a lo largo de su longitud, a fin de ajustar la textura de un producto proteico extruido obtenido por un método proporcionado aquí. Por ejemplo, un canal 110, 210, 310 se puede enfriar a una temperatura más baja más cerca del segundo extremo 120, 220, 320 en comparación con el primer extremo 116, 216, 316 y/o la entrada 118, 218, 318, de modo que una composición proteica se enfría progresivamente a medida que fluye hacia el segundo extremo 120, 220, 320. Un aparato de enfriamiento 140, 160, 240, 260, 340, 360 puede configurarse según sea apropiado para proporcionar el efecto de enfriamiento deseado, tal como, por ejemplo, incluyendo una entrada de fluido refrigerante 142, 162, 242, 262, 342, 362 y una salida de fluido refrigerante 144, 164, 244, 264, 344, 364 posicionadas para proporcionar el fluido refrigerante más frío donde se desea una temperatura más baja y un fluido refrigerante más cálido donde se desea una temperatura más cálida. En otro ejemplo, se pueden usar múltiples aparatos de enfriamiento para proporcionar enfriamiento de zona a lo largo de las superficies interna y/o externa. En algunas realizaciones, el flujo de fluido refrigerante concurrente y a contracorriente se puede usar en secciones o zonas separadas.

20 En algunas realizaciones, un canal puede incluir una ventilación para permitir que escape el exceso de humedad y/o liberar sabores indeseables de una composición de proteínas. En algunas realizaciones, la textura de la superficie, el material de la superficie y/o la temperatura pueden ser diferentes en diferentes porciones de un canal a lo largo de su longitud para ajustar la textura de un producto proteico extruido obtenido por un método proporcionado aquí.

25 En algunas realizaciones, una matriz puede ser modular para ajustar la longitud total de un canal longitudinal interno de una matriz proporcionada aquí, o para proporcionar características a la matriz en una ubicación a lo largo de la longitud de la matriz. En algunas realizaciones, un módulo puede incluir un puerto de aditivo o una ventilación, o incluir un aparato de enfriamiento. En algunas realizaciones, diferentes módulos pueden tener un canal con diferentes texturas de superficie y/o materiales. En algunas realizaciones, un aparato de matriz modular puede incluir dos o más módulos que se pueden disponer según se desee para dar como resultado un tratamiento deseado de una corriente.

30 En general, las dimensiones de varias partes de una matriz y un canal proporcionados aquí se pueden ajustar según sea apropiado para el volumen y/o la velocidad de una corriente que se alimenta al canal. Por ejemplo, las dimensiones de una matriz se pueden ajustar para adecuar la capacidad de una extrusora que produce una corriente que se alimenta al canal de la matriz. Una matriz modular puede proporcionar la capacidad de ajustar las dimensiones de las matrices, según se desee.

35 En algunas realizaciones, la temperatura de una corriente que comprende una composición proteica puede entrar en un canal de una matriz a una temperatura de 90°C a 180°C (por ejemplo, de 100°C a 155°C, o de 115°C a 120°C, y similares). En algunas realizaciones, la temperatura de un producto proteico extruido cuando sale del canal de una matriz puede ser de 40°C a 110°C (por ejemplo, de 55°C a 90°C, o de 70°C a 85°C). La velocidad de enfriamiento de una corriente se puede calcular en función del cambio en la temperatura de la corriente entre el momento en que entra a la entrada de la matriz y cuando sale de la matriz y el tiempo de residencia.

40 En algunas realizaciones, una corriente que comprende una composición proteica puede dirigirse a través de un aparato de transición 500, 600 después de salir de una extrusora y antes de entrar en una matriz. Un aparato de transición puede incluir un componente adecuado para distribuir una corriente que comprende una composición proteica en un canal longitudinal con una sección transversal que es un bucle continuo. En algunas realizaciones, un aparato de transición puede configurarse para distribuir sustancialmente de manera uniforme una corriente en el bucle continuo de un canal. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un aparato de transición puede incluir un aparato generalmente en forma de cono o torpedo para distribuir la corriente en un canal con una sección transversal que es un bucle continuo. En algunas realizaciones, un aparato de transición se puede configurar para dividir una corriente en dos o más subcorrientes para distribuir la corriente en un canal con una sección transversal que es un bucle continuo.

45 En algunas realizaciones, un aparato de transición puede incluir una estructura (por ejemplo, un mandril de pata de araña) para soportar la porción interna de la matriz dentro de la porción externa.

50 En algunas realizaciones, un aparato de transición puede incluir un medio para prelinear las fibras de una corriente para facilitar la texturización. Los medios para prelinear las fibras de una corriente incluyen, pero no se limitan a, una placa rompedora, una serie de deflectores, y una mezcladora estática de flujo laminar.

55 En algunas realizaciones, un aparato de transición puede incluir un puerto de aditivo para añadir un aditivo a una composición proteica antes de entrar en un canal longitudinal de una matriz. Se puede añadir cualquier aditivo

apropiado a una composición proteica en un método proporcionado aquí. Por ejemplo, un aditivo puede comprender uno o más de un lípido derivado de animales o no derivados de animales, un agente colorante (por ejemplo, agente colorante soluble en agua y/o aceite), un hidrocoloide, un hidrato de carbono, una enzima, un agente de ajuste de pH, una sal, un macronutriente, o un micronutriente.

- 5 En algunas realizaciones, una corriente que comprende una composición proteica se puede hacer pasar a través de una mezcladora estática en un aparato de transición. La mezcladora estática se puede configurar para mezclar al menos parcialmente un aditivo en la corriente. En algunas realizaciones, la mezcladora estática se puede configurar para mezclar de manera incompleta un aditivo en la corriente. En algunas realizaciones, la mezcla incompleta de un aditivo en la corriente puede dar como resultado un efecto deseado, tal como un efecto de marmoleado. El aditivo
10 puede ser uno o más de un lípido, un agente colorante, un hidrocoloide, un hidrato de carbono, un suavizante o poliol, una enzima, un agente de ajuste del pH, una sal, un macronutriente, o un micronutriente.

Los ejemplos de un lípido incluyen, pero no se limitan a, grasa (por ejemplo, cera de abeja, carnauba, manteca de cerdo, mantequilla, grasa de palma, o manteca de cacao) y aceite (por ejemplo, aceite de cáñola, aceite de girasol, aceite de oliva, aceite de soja, aceite de sésamo, aceite de semilla de algodón, aceite de salvado de arroz, aceite de maíz, aceite de cacahuete, aceite de cártamo, aceite de pescado, aceite de algas, o aceite de krill).
15

Los ejemplos de un agente colorante incluyen, pero no se limitan a, colores naturales (por ejemplo, colorante de caramelo, anato, betanina, licopeno, betacaroteno, extracto de cochinilla, extractos de frutas, o extractos vegetales), colorantes artificiales (por ejemplo, FD&C Blue No. 1, FD&C Blue No. 2, FD&C Green No. 3, FD&C Red No. 3, FD&C Red No. 40, FD&C Yellow No. 5, o FD&C Yellow No. 6), lacas (por ejemplo, carmín), y otros aditivos que imparten color (por ejemplo, dihidroxiacetona, peróxido de hidrógeno, o dióxido de titanio).
20

Los ejemplos de un hidrocoloide incluyen, pero no se limitan a, una pectina, una goma (por ejemplo, goma de xantano, goma arábica, goma de ghatti, goma de tragacanto, goma de mascar, goma de dammar, goma de masilla, goma de tara, goma de abeto, cáscara de semilla de psilio, goma gelana, goma guar, goma de algarrobbilla, o goma konjac), un alginato, una celulosa, un agar, y un carrageenano.

- 25 Los ejemplos de un hidrato de carbono incluyen, pero no se limitan a, un almidón natural, un almidón modificado (por ejemplo, pregelatinizado, híbrido, modificado, hidrolizado, modificado de forma mecánica, química, térmica, enzimática, modificado por alta presión), un monosacárido (por ejemplo, glucosa, fructosa), un oligosacárido (por ejemplo, sacarosa, lactosa, maltosa, maltodextrina), una fibra soluble (por ejemplo, beta-glucano, inulina, fructano, polidextrosa), una fibra insoluble (celulosa, hemicelulosa, dextrina), y una fibra modificada. Se puede añadir un hidrato de carbono como hidrato de carbono purificado o como parte de un ingrediente tal como una harina de grano
30 (por ejemplo, trigo, cebada, maíz, arroz, centeno, mijo, o avena) o de pseudo-grano (por ejemplo, amaranto, quinoa, o trigo sarraceno).

Los ejemplos de un suavizante o poliol incluyen, pero no se limitan a, alcoholes de azúcar (por ejemplo, glicerol, sorbitol), azúcares, y propilenglicol.

- 35 Los ejemplos de una enzima incluyen, pero no se limitan a, una transglutaminasa u otra enzima de reticulación de proteínas, una péptido hidrolasa, una lipasa, una amilasa, una proteasa, y una catalasa.

Los ejemplos de un agente de ajuste de pH incluyen, pero no se limitan a, un ácido (por ejemplo, ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido láctico, u otro ácido orgánico), una base (por ejemplo, hidróxido de calcio o hidróxido de sodio), y un amortiguador.

- 40 Los ejemplos de una sal incluyen, pero no se limitan a, sales orgánicas (por ejemplo, citratos, tartratos o sorbatos) y sales inorgánicas (por ejemplo, cloruro de sodio, cloruro de magnesio, cloruro de calcio, cloruro de potasio, bisulfitos, metabisulfitos, o fosfato de calcio).

Los ejemplos de un macronutriente incluyen, pero sin limitarse a, hidratos de carbono, grasas, proteínas, aminoácidos esenciales, y ácidos grasos. Los ejemplos de un micronutriente incluyen, pero sin limitarse a, calcio, potasio, vitaminas, y ácidos orgánicos.
45

En algunas realizaciones, un aparato de transición puede incluir otros componentes adecuados, tales como un componente para ajustar las dimensiones de la corriente antes de entrar en una matriz. Por ejemplo, una corriente se puede cambiar de una sección transversal sustancialmente circular de la figura 8 a una sección transversal rectangular, o de una sección transversal de la figura 8 a una sección transversal circular. Los componentes
50 adecuados adicionales pueden incluir componentes de enfriamiento o componentes de calentamiento.

También se proporcionan sistemas para realizar los diversos métodos descritos aquí. Un sistema para realizar un método proporcionado aquí puede incluir una extrusora y un aparato de matriz que tiene las características que se describen en general anteriormente. En algunas realizaciones, un sistema también puede incluir un aparato de transición como se describe anteriormente. En las Figuras 1-3 se ilustran diversas realizaciones de sistemas para
55 producir un producto proteico extruido.

La FIG. 1 muestra una realización de un sistema, en el que el aparato de transición 500 está configurado para cambiar las dimensiones de una corriente antes de dividirla en seis subcorrientes y dirigirla al canal 110.

La FIG. 2 muestra una realización de un sistema, en el que un aparato de transición 600 que incluye una sección generalmente cónica 620 configurada para distribuir una corriente en el canal 210. La matriz 200 está configurada para incluir una porción interna 202 que proporciona la superficie interna 212 que está soportada por patas 204 dentro de una porción externa 206, que proporciona la superficie externa 214.

La FIG. 3 muestra un sistema que no incluye un aparato de transición. La matriz 300 incluye una porción interna 302 que proporciona una superficie interna 312 que está unida a una porción externa 306 a través de la placa de fijación 304 en el primer extremo 316 del canal 310. La entrada 318 está ubicada cerca del primer extremo 316, lo que permite que una corriente que comprende una composición proteica entre en o cerca de la parte superior de la matriz 300 y fluya alrededor del bucle continuo del canal 310 y hacia el segundo extremo 320.

Un sistema proporcionado aquí puede incluir cualquier componente adicional adecuado para producir un producto proteico extruido. Por ejemplo, un sistema puede incluir uno o más cortadores configurados para cortar un producto proteico extruido en un tamaño o forma deseados. Se puede incluir un cortador en o cerca del segundo extremo de un canal. En algunas realizaciones, un cortador (por ejemplo, como se muestra en las FIGS. 2 y 3 como 280 (unido por el soporte 282), 380) puede ser una cuchilla configurada para cortar longitudinalmente un producto proteico extruido justo antes, durante o después de que la el producto proteico extruido sale de un canal longitudinal de una matriz para producir una sola pieza plana de producto proteico extruido, o para producir múltiples tiras de un producto proteico extruido. En algunas realizaciones, un cortador (por ejemplo, una cuchilla giratoria) puede configurarse para cortar lateralmente un producto proteico extruido en o justo después de que el producto proteico extruido sale de un canal longitudinal de una matriz.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Las Tablas 1-3 proporcionan ejemplos de condiciones y velocidades de extrusión para varios ensayos de un sistema similar al ilustrado en la FIG. 3. Se produjo una corriente que comprende una composición proteica con un contenido de humedad de alrededor de 53% a alrededor de 66% como se muestra, y un contenido de proteína (de concentrado de proteína de soja o aislado de proteína de soja) de alrededor de 20% a alrededor de 32%, basado en el producto extruido, y un contenido de hidratos de carbono (de ingredientes de soja y otras harinas) de alrededor de 5% a alrededor de 9%, usando una extrusora Buhler BCTG-62 a una velocidad de alrededor de 446 kg/h a alrededor de 1024 kg/h, como se muestra. La corriente se alimentó a una matriz que tenía un canal con un diámetro interno de alrededor de 30,2 cm, un diámetro externo de alrededor de 32,7 cm, y un grosor de separación de alrededor de 1,25 cm. La longitud de la matriz desde la entrada hasta la salida fue de alrededor de 150 cm. El tiempo de residencia de la corriente en la extrusora y el canal de la matriz se midió en alrededor de 4 minutos, 20 segundos en el Ensayo 2. Los tiempos de residencia en el canal de la matriz para cada ensayo se calcularon con base en las dimensiones de la matriz, la densidad del producto medida, y la velocidad, y se proporcionan en las Tablas 1-3. Se alimentó agua de refrigeración en la camisa interna y la camisa externa en flujo concurrente. La temperatura de entrada para el enfriamiento interno y externo varió de alrededor de 10°C a alrededor de 50°C, y la temperatura de salida varió de alrededor de 50°C a alrededor de 65°C, dependiendo de la velocidad del producto y otras condiciones del procedimiento.

En cada ejemplo, el producto proteico extruido tenía fibras orientadas en una orientación generalmente paralela, parecida a la carne.

Tabla 1

Parámetro	Unidad	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4
Velocidad total	Kg/h	446	460	473	495
Composición de la corriente de proteína					

ES 2 788 629 T3

Humedad	%	53,2	53,7	54,0	54,5
Aceite	%	7,1	7,9	8,6	9,6
Hidrato de carbono	%	9,4	9,2	8,9	8,5
Proteína	%	25,8	25,1	24,3	23,3

Parámetros de la extrusora					
Velocidad del tornillo	Rpm	918	918	918	918
Temp. del barril 2	°C	82,2	82,2	82,2	82,2
Temp. del barril 3	°C	93,3	93,3	93,3	93,3
Temp. del barril 4	°C	98,9	98,9	98,9	98,9
Temp. del barril 5	°C	110,0	106,7	107,2	107,2
Temp. del barril 6	°C	112,8	109,4	110,0	110,0
Temp. del barril 7	°C	112,8	109,4	110,0	110,0
Energía mecánica específica	Wh/kg	77	70	65	58
Parámetros de la matriz extrusora					
Temp. de la composición	°C	120,6	118,3	114,4	110

ES 2 788 629 T3

Presión	PSI	345	331	312	292
Tiempo de residencia calculado	Min.	3,17	3,08	2,99	2,86

Tabla 2

Parámetro	Unidad	Ensayo 5	Ensayo 6	Ensayo 7	Ensayo 8	Ensayo 9
Velocidad total	Kg/h	510	789	809	806	906
Composición de la corriente de proteína						
Humedad	%	61,3	61,4	61,0	61,4	65,6
Aceite	%	4,0	4,1	4,0	4,0	3,6
Hidrato de carbono	%	8,2	8,2	8,2	8,2	7,3
Proteína	%	22,6	22,4	22,4	22,5	20,0
Parámetros de la extrusora						
Velocidad del tornillo	Rpm	918	813	820	919	918
Temp. del barril 2	°C	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2
Temp. del barril 3	°C	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3
Temp. del barril 4	°C	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9
Temp. del barril 5	°C	106,7	128,9	126,7	126,7	126,7
Temp. del barril 6	°C	110,0	128,3	126,7	126,7	126,7
Temp. del barril 7	°C	110,0	128,3	126,7	126,7	126,7
Energía mecánica específica	Wh/kg	55	35	33	31	25
Parámetros de la matriz extrusora						
Temp. de la composición	°C	11,7	110,6	116,1	110,6	101,1
Presión	PSI	206	250	237	215	192
Tiempo de residencia calculado	Min.	2,77	1,80	1,75	1,76	1,56

Tabla 3

Parámetro	Unidad	Ensayo 10	Ensayo 11	Ensayo 12	Ensayo 13	Ensayo 14	Ensayo 15
Velocidad total	Kg/h	785	776	770	927	1024	692
Composición de la corriente de proteína							

ES 2 788 629 T3

Humedad	%	60,4	59,9	59,6	59,7	58,1	55,0
Aceite	%	4,1	4,2	4,2	4,2	4,3	4,7
Hidrato de carbono	%	8,4	8,5	8,6	8,6	8,9	4,7
Proteína	%	23,1	23,4	23,5	23,5	24,4	31,8
Parámetros de la extrusora							
Velocidad del tornillo	Rpm	918	918	918	918	918	918
Temp. del barril 2	°C	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2	82,2
Temp. del barril 3	°C	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3	93,3
Temp. del barril 4	°C	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9	98,9
Temp. del barril 5	°C	156,7	142,2	146,1	151,7	161,1	151,7
Temp. del barril 6	°C	160,6	148,9	146,1	152,8	160,0	151,7
Temp. del barril 7	°C	159,4	142,2	146,1	151,7	160,6	151,7
Energía mecánica específica	Wh/kg	32	34	35	37	44	21
Parámetros de la matriz extrusora							
Temp. de la composición	°C	116,1	118,3	118,3	115,0	116,1	124,4
Presión	PSI	288	307	309	354	425	164
Tiempo de residencia calculado	Min.	1,80	1,83	1,84	1,53	1,38	2,05

Ejemplo 2

- 5 Un producto proteico extruido se produce usando cada una de las Matrices 1-8 (Tabla 4) que tienen un canal longitudinal que tiene una sección transversal que es un bucle continuo con los parámetros mostrados en la Tabla 4. Brevemente, se produce una corriente que comprende una composición proteica usando una extrusora, y se dirige a una matriz como se especifica en la Tabla 4 para producir un producto proteico extruido que tiene fibras orientadas en una orientación generalmente paralela.

Tabla 4

Parámetro	Matriz 1	Matriz 2	Matriz 3	Matriz 4	Matriz 5	Matriz 6	Matriz 7	Matriz 8
Diámetro externo (mm)	520	160	327	2500	2500	327	327	327
Diámetro interno (mm)	495	110	302	2475	2475	317	317	317
Grosor de separación (mm)	12,5	25,0	12,5	12,5	12,5	5,0	5,0	5,0

ES 2 788 629 T3

Longitud (mm)	380	740	620	1500	2800	1500	1500	3800
Longitud : Grosor de separación	30:1	30:1	50:1	120:1	224:1	300:1	300:1	760:1
Velocidad total (kg/h)	400	400	400	7000	13000	400	1025	1025

Ejemplo 3

- 5 Una muestra de producto proteico extruido se producida usando condiciones similares al Ensayo 14 del Ejemplo 1 se cortó en una tira de 1/2 pulgada en la dirección de extrusión. La superficie de la muestra se tiñó con una disolución de Rodamina B al 0,01% para inducir la fluorescencia de la proteína. La muestra se fotografió con un microscopio confocal Olympus FV100 a una excitación de 543 nm y una recolección de 555-655 nm con un objetivo de 20x. Se recogieron apilamientos Z a intervalos de 10 micrómetros, y se combinaron digitalmente para visualizar la topografía de la superficie de la muestra. Como se muestra en las fotomicrografías de la FIG. 8, la muestra mostraba proteínas que formaban fibras que estaban orientadas en una orientación generalmente paralela.
- 10 Las implementaciones descritas anteriormente y otras implementaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para producir un producto proteico extruido, comprendiendo el sistema:
una extrusora configurada para producir una corriente que comprende una composición proteica que tiene un
componente de proteína que puede formar fibras orientadas, teniendo la composición un contenido de proteína de
5 15% a 90% basado en peso seco de la composición, teniendo la corriente un contenido de humedad de al menos
27%; y
una matriz alargada que tiene un canal longitudinal interno configurado para recibir la corriente desde la extrusora,
teniendo el canal longitudinal una sección transversal que es un bucle continuo a lo largo de al menos una porción
10 de la longitud de la matriz, teniendo el canal una longitud y grosor de separación configurados para formar fibras
orientadas a partir del componente de proteína en una orientación paralela generalmente uniforme a lo largo del
grosor del producto proteico para producir el producto proteico extruido, en el que la relación de la longitud del canal
al grosor de separación del canal está entre 30:1 y 1000:1, y el grosor de separación del canal está entre 2 mm y
100 mm.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que el diámetro externo del canal está entre 130 mm y 1000 mm.
3. El sistema de la reivindicación 1, en el que el canal tiene una sección transversal generalmente constante a lo
15 largo de sustancialmente toda su longitud.
4. El sistema de la reivindicación 1, en el que la matriz alargada incluye un aparato de enfriamiento dentro y fuera del
canal longitudinal.
5. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un aparato de transición entre la extrusora y la matriz.
6. El sistema de la reivindicación 5, en el que el aparato de transición está configurado para prealinear porciones de
20 la corriente para facilitar la texturización.
7. El sistema de la reivindicación 5, en el que el aparato de transición comprende una mezcladora estática.
8. El sistema de la reivindicación 5, en el que la mezcladora estática está configurada para mezclar al menos
parcialmente un aditivo en la corriente.
9. El sistema de la reivindicación 8, en el que la mezcladora estática está configurada para mezclar de manera
25 incompleta el aditivo en la corriente.
10. Un método para producir un producto proteico extruido que tiene fibras que están orientadas en una orientación
generalmente paralela, comprendiendo el método:
30 producir una corriente que comprende una composición proteica que tiene un componente de proteína que puede
formar fibras orientadas, teniendo la composición proteica un contenido de proteína de 15% a 90% basado en el
peso seco de la composición proteica, teniendo la corriente un contenido de humedad de al menos 27%; y
dirigir la corriente a través de un canal alargado de una matriz para formar fibras orientadas a partir del componente
35 proteico en una orientación paralela generalmente uniforme a lo largo del grosor del producto proteico para formar el
producto proteico extruido, teniendo el canal alargado una sección transversal que es un bucle continuo de manera
que el producto proteico extruido sale de la matriz que tiene una sección transversal que es un bucle continuo, en el
que el canal alargado tiene un grosor de separación y una longitud longitudinal, estando la relación de la longitud del
canal al grosor de separación del canal entre 30:1 y 1000:1, y estando el grosor de separación del canal entre 2 mm
y 100 mm.
11. El método de la reivindicación 10, en el que la temperatura del producto proteico extruido al salir del canal está
40 entre 40°C y 110°C.
12. El método de la reivindicación 10, en el que la temperatura de la corriente al entrar al canal está entre 90°C y
180°C.
13. El método de la reivindicación 10, en el que el producto proteico extruido se prepara a una velocidad de al
menos 400 kg/h.
14. El método de la reivindicación 10, que comprende además dirigir la corriente a través de un aparato de
45 transición.
15. El método de la reivindicación 10, en el que la temperatura de la corriente al entrar en el canal está entre 115°C y
120°C, y que comprende además dirigir la corriente a través de una mezcladora estática.

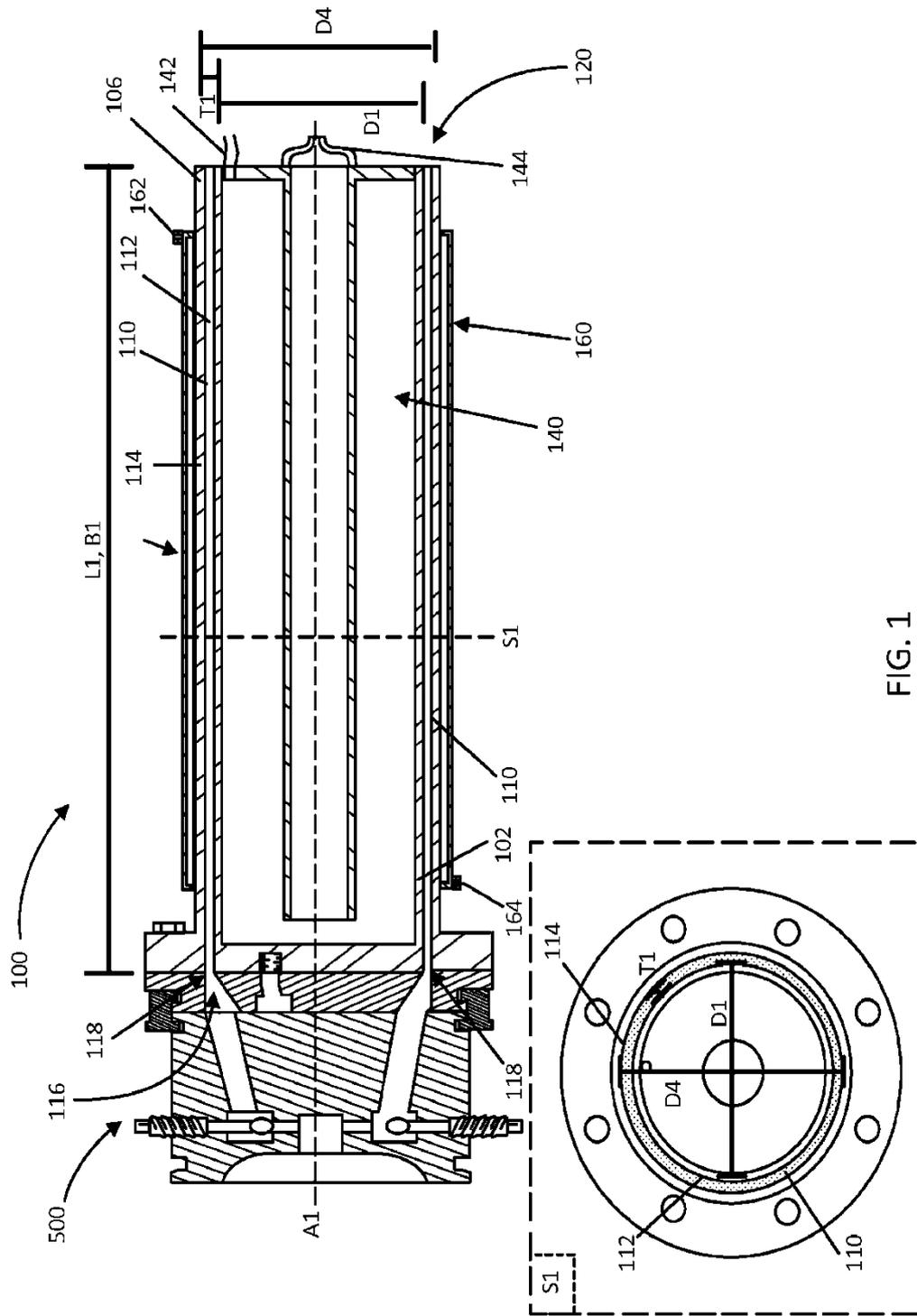
16. El método de la reivindicación 15, que comprende además mezclar al menos parcialmente un aditivo en la corriente.

17. El método de la reivindicación 16, en el que el aditivo se mezcla de manera incompleta en la corriente.

5 18. El método de la reivindicación 17, en el que el aditivo comprende uno o más de un lípido, un agente colorante, un hidrocoloide, un hidrato de carbono, un suavizante o poliol, una enzima, un agente de ajuste del pH, una sal, un macronutriente, o un micronutriente, y en el que el aditivo proporciona un aspecto o función deseada en el producto proteico extruido.

19. El método de la reivindicación 14, en el que el aparato de transición se prealinea porciones de la corriente para facilitar la texturización.

10



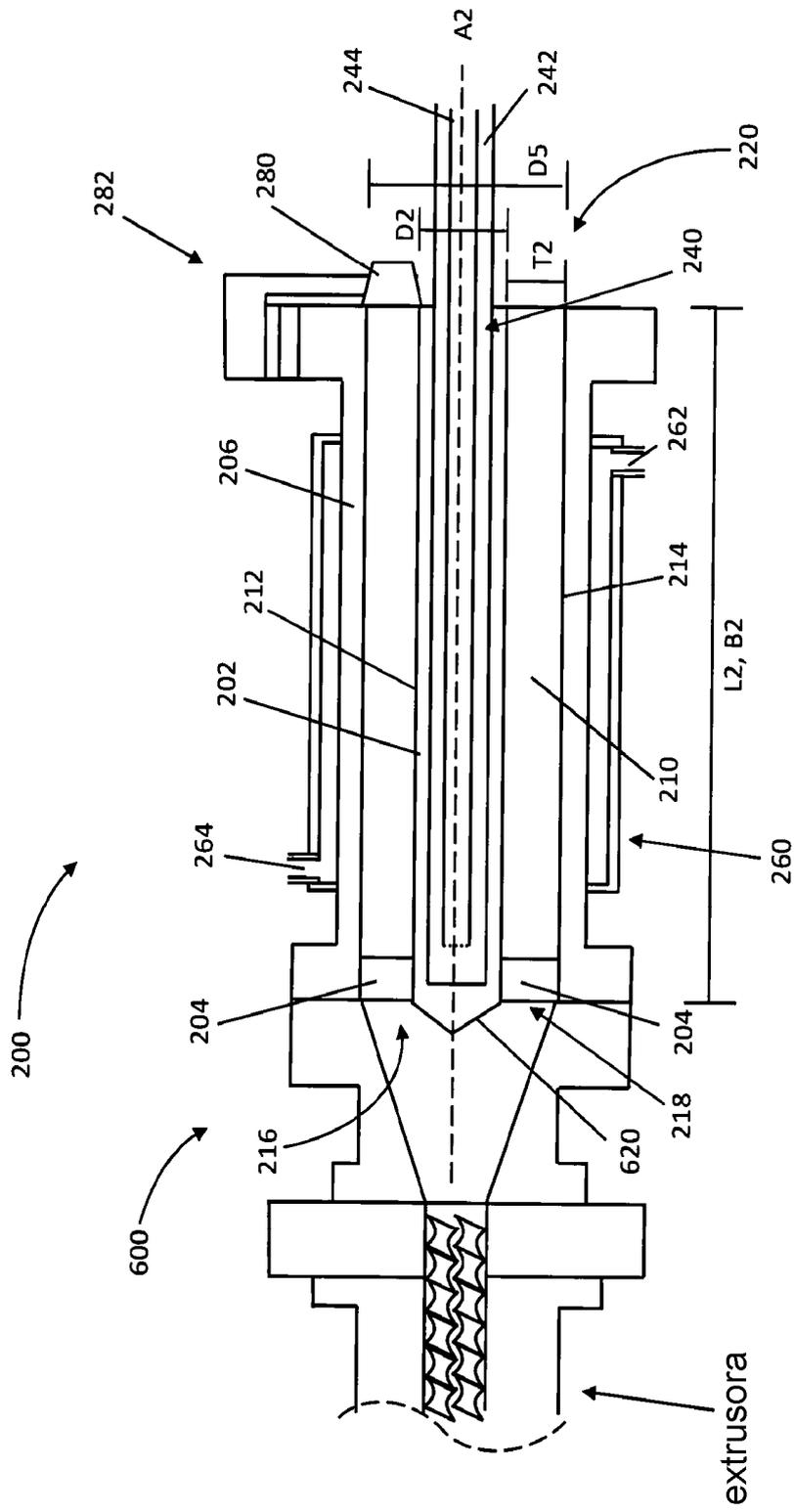


FIG. 2

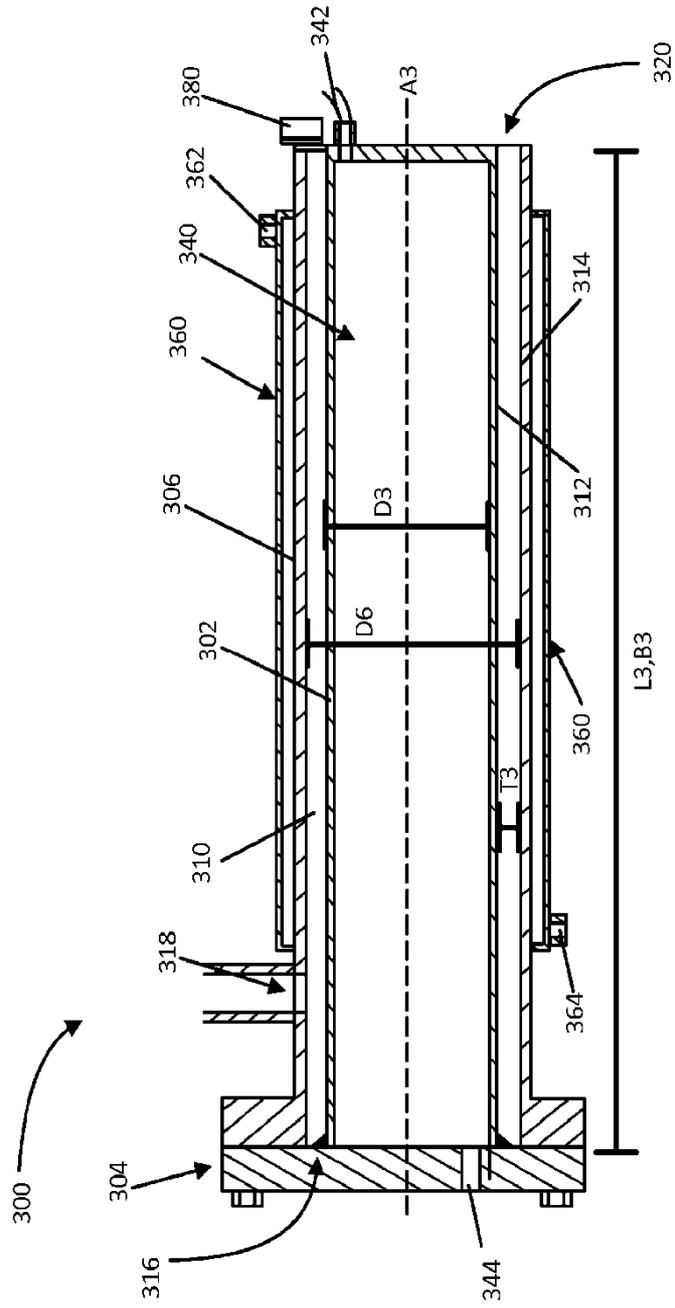


FIG. 3

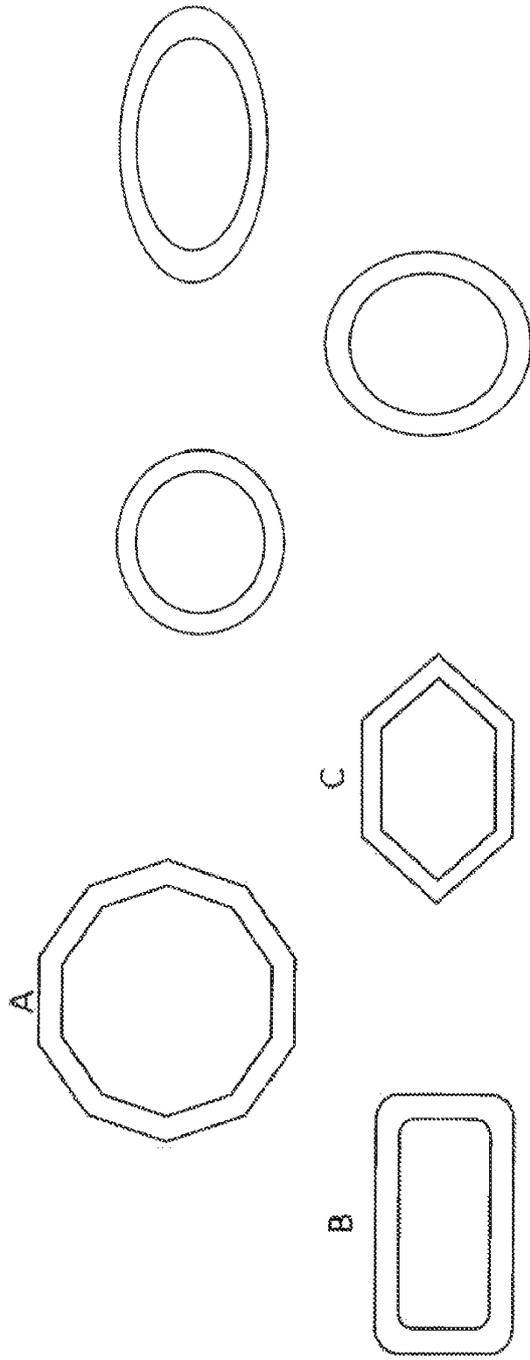


FIG. 4

FIG. 5

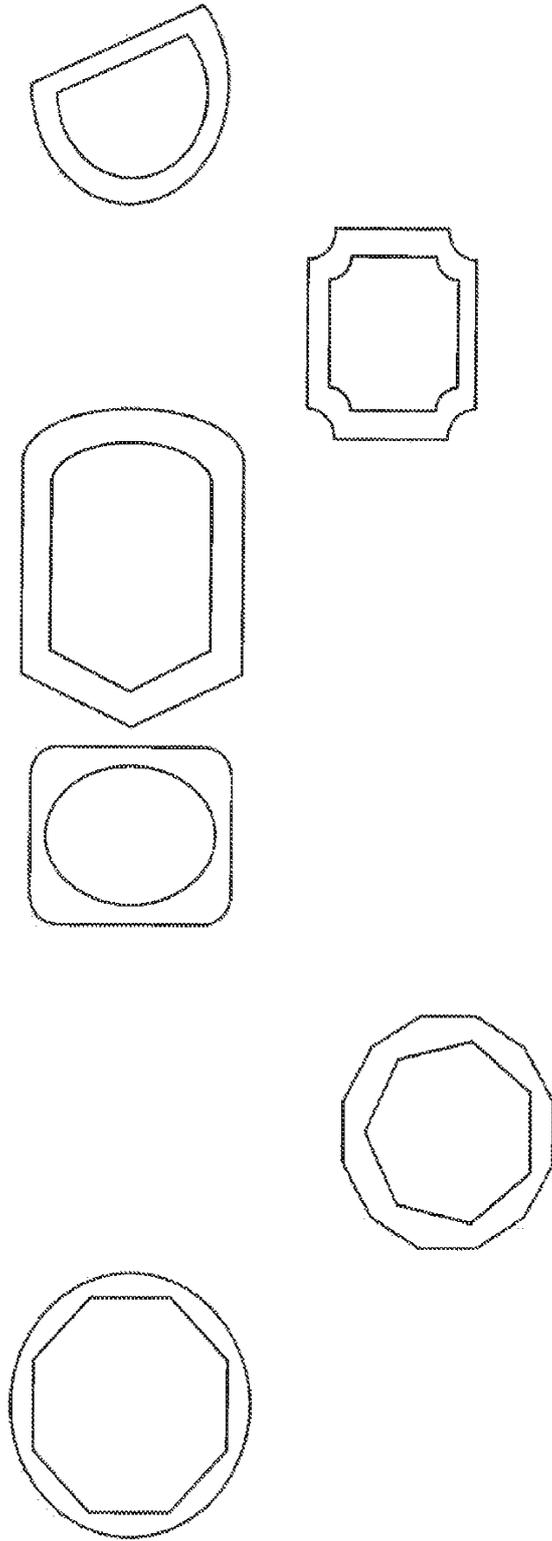


FIG. 6

FIG. 7

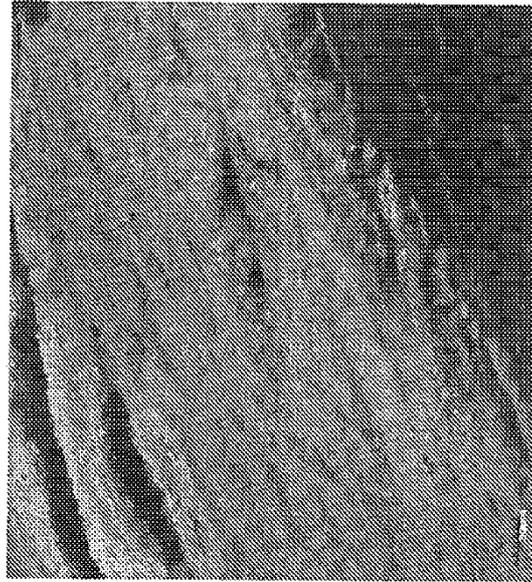
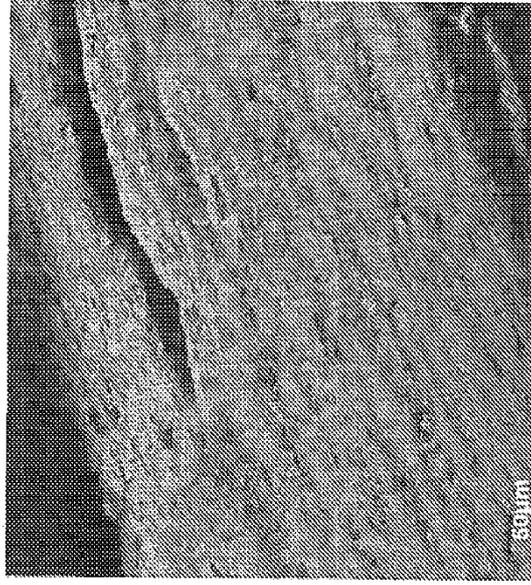


FIG. 8