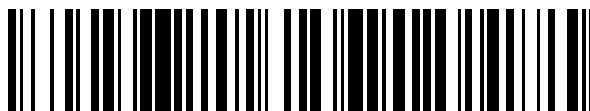


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 521**

51 Int. Cl.:

A23B 7/02	(2006.01)
A23P 30/20	(2006.01)
A23P 30/34	(2006.01)
A23L 29/212	(2006.01)
A23L 7/17	(2006.01)
A23L 19/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2012 PCT/US2012/067037**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2013 WO13082269**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2012 E 12854394 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2785189**

54 Título: **Método, aparato y sistema de extrusión de fluido supercrítico para hacer un producto alimenticio**

30 Prioridad:

29.11.2011 US 201113306634

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

19.04.2018

73 Titular/es:

**FRITO-LAY NORTH AMERICA, INC. (100.0%)
7701 Legacy Drive
Plano, TX 75024-4099, US**

72 Inventor/es:

GANJYAL, GIRISH

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 664 521 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

Método, aparato y sistema de extrusión de fluido supercrítico para hacer un producto alimenticio

5 Antecedentes de la invención

Campo técnico

10 La presente invención se refiere a un método para hacer un alimento de bocadillo expandido mejorado y, más en concreto, a un método para hacer un extrudato expandido o inflado que tiene alto contenido nutricional que quedan de los ingredientes de fruta o verdura introducidos, nuevas formas y características de textura.

Descripción de la técnica relacionada

15 Los productos alimenticios de bocadillo inflados son artículos de consumo populares para los que existe una gran demanda. Los bocadillos también pueden desempeñar un papel importante en la dieta de los consumidores, y la demanda de bocadillos sanos por parte de los consumidores se ha incrementado de forma drástica.

20 Las frutas y las verduras sin almidón son en general buenas fuentes de vitaminas, minerales y otros compuestos sanos, tales como antioxidantes. Las diferentes frutas y verduras son ricas en diferentes nutrientes, y el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) recomienda el consumo de entre 5 y 13 porciones de una variedad de fruta y verduras por día, dependiendo de las necesidades específicas individuales. Según la Administración para los Alimentos y Medicamentos, una dieta alta en fibra puede reducir el riesgo de ciertos cánceres, diabetes, trastornos digestivos y enfermedades cardíacas de las personas, así como ayudar a la gestión del peso. Además, se admite ampliamente que las vitaminas y los minerales son parte de una dieta sana, y los antioxidantes pueden reducir el riesgo de enfermedad cardíaca y cáncer.

30 Lo ideal es que un bocadillo nutritivo sano cumpla varios criterios que incluyen los límites de grasa, incluyendo ácidos saturados y grasos trans, colesterol, sodio, y azúcar añadido. Preferiblemente, los criterios también deberán incluir productos formulados de manera que tengan beneficios específicos para la salud o el bienestar.

Aunque las frutas y las verduras pueden consumirse crudas o cocinadas en su forma natural, algunas personas consideran que consumir frutas y verduras enteras en un bocadillo es inviable, inconveniente y, en general, indeseable. Los alimentos en bocadillo de frutas y verduras secas de la técnica anterior toman por lo general la forma de rodajas deshidratadas de frutas o verduras enteras. Estas rodajas deshidratadas de la técnica anterior no tienen de ordinario la textura ligera y crujiente que desean los consumidores, ni conservan los nutrientes y aromatizantes naturales presentes en los ingredientes iniciales. Otros tipos de bocadillos de frutas y verduras de la técnica anterior incluían cantidades triviales o insustanciales de frutas o verduras, de modo que no son nutricionalmente diferentes de las patatas fritas tradicionales. Ningún alimento en bocadillo de la técnica anterior ha sido capaz de proporcionar altos niveles de frutas o verduras, junto con las características distintivas adicionales de los bocadillos nutritivos enumeradas anteriormente, en forma de un producto de bocadillo ligero y crujiente.

45 Los productos expandidos directos de la técnica anterior, como los bocadillos producidos y comercializados bajo la etiqueta de la marca Cheetos®, se hacen típicamente extrusionando harina de maíz y/u otros materiales crudos a través de un troquel que tiene un orificio pequeño a temperatura y presión altas. La presión del vapor de agua en el extrudato caliente produce la expansión o el inflado del extrudato cuando sale por el orificio pequeño. Como se describe en la Patente de Estados Unidos número 6.607.772, cedida al mismo cesionario de la presente invención, los ingredientes ordinarios de materia prima inicial son harina de maíz y agua. La extrusión a alta temperatura/presión alta no es ideal para uso con un contenido de frutas y verduras, por las razones que se indican en la descripción detallada siguiente.

50 US-A-2004/166203 describe una barra nutricional y un proceso de hacer componentes. WO-A-2010/082053 describe composiciones ingeribles y procesos de preparación. US-A-4.568.550 describe un proceso para preparar un producto a base de harina extrusionado cocinado. US-A-2010/055284 describe la producción de galletas y bocadillos de queso extrusionados. EPA-0367031 describe una mezcla seca adecuada para la preparación de un producto alimenticio inflable, procesos para su uso, y los productos alimenticios inflables y/o inflados así producidos. US-A-2003/147998 describe un método de extrusionar masa de pan y productos de ella.

Resumen de la invención

60 La presente invención proporciona un método según la reivindicación 1 de hacer un producto alimenticio. Se definen características preferidas en las reivindicaciones dependientes.

65 La presente invención proporciona así un bocadillo inflado, extrusionado, sano, de gran sabor, que tiene un alto contenido de ingredientes termosensibles, tales como sólidos de fruta o verdura, y una textura ligera crujiente. Los sólidos de fruta o verdura se incorporan al bocadillo inflado incluyendo contenido de fruta en varias formas como un

ingrediente. En un aspecto de la invención, el contenido de fruta o verdura se combina con almidón pregelatinizado dentro de un extrusor, se inyecta fluido supercrítico a la mezcla bajo las condiciones de presión dentro del extrusor. El fluido supercrítico se transforma en un gas al llegar a presión atmosférica cuando sale del extrusor, expandiendo por ello el extrudato.

5 El extrudato se corta en piezas y se somete a operaciones de post-procesado específicas que sirven para alterar la estructura de las piezas de extrudato. En una realización, una pieza cilíndrica de extrudato se somete a secado por vacío, que hace que se forme un agujero axial en el producto extrusionado. En otra realización, la pieza de extrudato se somete a secado por impacto de chorro, que hace que la pieza se expanda e infle más. Éstas, así como otras características y ventajas de la presente invención serán evidentes en la descripción escrita siguiente.

Breve descripción de los dibujos

15 Los elementos nuevos que se consideran característicos de la invención se exponen en las reivindicaciones anexas. Sin embargo, la invención propiamente dicha, así como un modo de uso preferido, sus objetivos y ventajas adicionales, se entenderán mejor con referencia a la descripción detallada siguiente de realizaciones ilustrativas al leerla en unión con los dibujos acompañantes, donde:

20 La figura 1 es un esquema del aparato usado para hacer el producto de bocadillo extrusionado de la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un bocadillo hecho según la presente invención que incluye un agujero axial.

25 La figura 3 es una vista en perspectiva de un bocadillo hecho según la presente invención que tiene forma parecida a una almohada, con baja densidad interior.

La figura 4 es un gráfico que representa el perfil de analizador Rapid Visco (RVA) para varios almidones comprobados con la presente invención.

30 La figura 5 representa el perfil de distribución del tamaño de vacíos en dos realizaciones del producto de bocadillo de la presente invención y un producto de bocadillo de la técnica anterior.

Descripción detallada

35 Los bocadillos extrusionados de la presente invención son bocadillos extrusionados que conservan una alta proporción de los componentes termosensibles que se encuentran en los ingredientes iniciales, tales como compuestos aromatizantes naturales y nutrientes, y tienen una textura ligera crujiente. Los ejemplos no limitadores de ingredientes termosensibles o ingredientes con componentes termosensibles incluyen ingredientes a base de frutas y verduras, ingredientes con altos niveles de azúcar, algunas proteínas tales como proteínas de suero, compuestos aromatizantes que han sido aislados de su fuente natural (compuestos aromatizantes naturales) o sintetizados (compuestos aromatizantes sintéticos), y agentes colorantes.

45 Los componentes termosensibles sobreviven durante el proceso de la presente invención, durante todo el proceso, manteniendo la temperatura de los ingredientes extrusionados por debajo de una temperatura en la que los componentes termosensibles se descomponen. En el sentido más amplio de la invención, se producen extrudatos inflados o expandidos a temperaturas por debajo del punto de ebullición del agua (100°C). Sin embargo, la presente invención también funciona a temperaturas aún más bajas; estas temperaturas más bajas amplían más el número de ingredientes termosensibles que sobrevivirán al proceso. En una realización, la temperatura de los ingredientes se mantiene por debajo de 90°C; en una realización preferida, la temperatura se mantiene por debajo de 85°C; en una realización muy preferida, la temperatura se mantiene por debajo de 80°C.

55 Como se ha descrito previamente, la técnica anterior produce productos expandidos calentando ingredientes dentro de un extrusor a una temperatura superior al punto de ebullición del agua (o superior a aproximadamente 100°C) a presión alta, pasándolos a través de un orificio de troquel, y dejando que el agua se evapore como vapor, expandiendo o inflando por ello el extrudato. Muchos procesos de la técnica anterior también calientan los ingredientes a temperaturas muy superiores a 100°C con el fin de gelatinizar los almidones presentes en los ingredientes iniciales. La presente invención evita calentar los ingredientes por encima del punto de ebullición del agua usando como el agente de expansión un fluido supercrítico que puede ser inyectado a los ingredientes dentro del extrusor en un estado líquido o supercrítico a baja temperatura. Dado que el extrusor no contiene una sección de cocción, los componentes sensibles a temperatura de los ingredientes iniciales sobreviven al proceso de extrusión, lo que nunca había sucedido antes en la técnica.

65 La figura 1 ilustra una representación esquemática en sección transversal de un extrusor de fluido supercrítico según una realización de la presente invención. El extrusor 10 puede ser un extrusor de tornillo único o múltiple. En una realización preferida, el extrusor es un extrusor de tornillo doble. Más en general, el extrusor puede incluir cualquier

dispositivo que mezcle ingredientes a presión y que empuje la mezcla de ingredientes a través de al menos un orificio de troquel para formar un extrudato. Los ingredientes y, opcionalmente, agua, son alimentados al extrusor 10. En una realización, los ingredientes son preacondicionados con agua antes de ser alimentados al extrusor. Se puede usar una bomba de presión alta (no representada) para alimentar los ingredientes preacondicionados al extrusor 10. El fluido supercrítico es alimentado desde una fuente de fluido supercrítico 60 al extrusor 10 en un orificio 30 situado hacia abajo de la entrada 20. La fuente de fluido supercrítico puede incluir un número de depósitos, bombas, intercambiadores de calor, medidores y válvulas (no representados) que cooperan para alimentar fluido en un estado supercrítico al extrusor. En una realización preferida, el fluido supercrítico es dióxido de carbono en condiciones más allá de su punto supercrítico (aproximadamente 31°C y 1087 psi), de modo que está en un estado supercrítico. El extrusor también puede incluir una o varias camisas de intercambiador de calor 80. Se puede bombear fluido refrigerante, tal como agua, a través de las camisas 80 para enfriar la temperatura del cañón y enfriar los ingredientes dentro del extrusor.

El fluido supercrítico se mezcla con los ingredientes, y se disuelve en ellos, dentro del extrusor 10 formando una pasta o masa. Cuando la masa sale del extrusor 10 a través de un orificio 70 en la cara 40 del troquel como un extrudato, el fluido supercrítico es un gas y expande el extrudato 50 cuando cambia de estado. El producto resultante es un extrudato que sale del extrusor y que se expande con pequeñas bolsas de aire, de dimensiones uniformes, donde el fluido supercrítico ha cambiado de líquido a gas. Las bolsas individuales son soportadas por una estructura de almidón circundante y otros ingredientes. En una realización, se inyecta dióxido de carbono supercrítico al extrusor a una tasa de entre aproximadamente 0,1% y 3% en peso de los ingredientes alimentados al extrusor. En una realización preferida, el fluido supercrítico es inyectado a una tasa de entre aproximadamente 0,5% y 2,5%, y en una realización muy preferida de entre aproximadamente 0,8% y 2,0%.

Los pequeños vacíos creados cuando el fluido supercrítico se convierte en gas pueden distinguirse fácilmente de los vacíos creados en los extrudatos expandidos inflados directos a temperatura alta. En general, los tamaños de los vacíos son mucho más uniformes, y están agrupados hacia el extremo bajo del espectro de tamaños de los vacíos. En contraposición, los extrudatos expandidos directos presentan una distribución más aleatoria a través del espectro de tamaños de vacíos. La figura 5 es un gráfico que representa el porcentaje de vacíos que caen dentro de los rangos de tamaño de aproximadamente 0,005 mm a aproximadamente 2 mm. Se representan dos extrudatos de fluido supercrítico diferentes con las líneas 502 y 504, mientras que un inflado expandido directo a temperatura alta se representa con la línea 506. La estructura alveolar de los extrudatos de fluido supercrítico presenta una mayor diferencia en la distribución de tamaños que el extrudato expandido directo a temperatura alta.

En una realización, los productos finales hechos de extrudatos supercríticos mantienen el mismo o similar tamaño y distribución de bolsas durante todo el proceso posterior a la extrusión, tal como un proceso de secado. Sin embargo, el tamaño de bolsas, la estructura y la distribución también pueden modificarse antes o durante el procesado posterior a la extrusión. Por ejemplo, las bolsas generalmente esféricas pueden estirarse a formas que se asemejan a esferoides, ovoides o elipsoides estirando el extrudato, antes o después de cortarse en piezas. La estructura de las bolsas y la textura también pueden modificarse de otras formas por el procesado posterior a la extrusión, como se describe con detalle más adelante.

En una realización, los ingredientes introducidos y el contenido de humedad también se ajustan para proporcionar un extrudato que se pueda cortar efectivamente en la cara de troquel y producir piezas de extrudato que retengan su expansión durante las posteriores operaciones de secado. Los solicitantes de la presente solicitud han descubierto que se puede procesar una combinación de almidones pregelatinizados con perfiles específicos de características y viscosidad, y contenido de humedad de entrada, usando el equipo descrito anteriormente para producir un extrudato que se puede cortar en bocadillos individuales usando un cortador rotativo en la cara de troquel y posteriormente secarse usando varias técnicas de secado para producir piezas de bocadillos con una estructura expandida de baja densidad.

Los almidones preferidos usados con la presente invención son almidones pregelatinizados que tienen un cierto perfil de viscosidad medido usando un analizador Rapid Visco (RVA), que es indicativo de otras características importantes de los almidones que funcionan bien según la presente invención, incluyendo la hidratación, dilución por corte, la resistencia de gel, la formación de película y la difusividad. Los almidones usados en las formulaciones de ingredientes de una realización de la presente invención deben ser pregelatinizados porque no hay sección de cocción del extrusor. Los almidones pregelatinizados preferidos que se considera que funcionan bien con la presente invención son almidón XPANDR612, que se puede obtener de A. E. Staley Company en Decatur, IL, y almidón de arroz extrusionado pregelatinizado (que no funciona tan bien como el almidón XPANDR612). Estos almidones se eligieron después de extrusionar numerosos tipos de almidones, incluyendo almidones naturales y almidones dextrinizados, de muchos fabricantes diferentes, a través del aparato extrusor de fluido supercrítico a varios contenidos de humedad.

La figura 4 ilustra varios perfiles RVA ejemplares de almidones que se comprobaron usando el extrusor de fluido supercrítico descrito anteriormente e ilustrado en la figura 1. La curva RVA 412 representa el almidón XPANDR612 que funcionó mejor con la presente invención. Las curvas RVA 414, 416 y 418 de otros varios almidones pasados a través del extrusor de fluido supercrítico también se ilustran en la figura 4. Es interesante indicar que la curva RVA

relativa al almidón de arroz pregelatinizado extrusionado que funcionó con la presente invención era de forma muy similar a la curva RVA 412 de XPANDR612. El análisis RVA se realizó en las condiciones siguientes: la muestra se mantuvo a aproximadamente 25°C durante aproximadamente 3 minutos, la temperatura se incrementó a aproximadamente 90°C en los aproximadamente 7 minutos siguientes, se mantuvo a aproximadamente 90°C durante los 4 minutos siguientes, se enfrió a aproximadamente 50°C en los 4 minutos siguientes, y se mantuvo a 50°C durante el minuto final.

El análisis RVA explicado anteriormente se realizó en un analizador Rapid Visco Newport Scientific, modelo número RVA-4. El procedimiento usado para medir el RVA de cada muestra fue el siguiente: (1) Determinar el contenido de humedad de la muestra (los datos relativos al contenido de humedad para estas pruebas se recogieron usando un Mettler Toledo HR-83); (2) Determinar la cantidad de muestra a añadir para 15% de sólidos; (3) Estimar la tara del recipiente de metal de la muestra en equilibrio y añadir la cantidad determinada de la muestra; (4) Añadir agua desionizada hasta que el equilibrio fuese 28 g; (5) Raspar la parte inferior del recipiente de muestra con varilla de vidrio (sin agitación) con el fin de asegurar que la muestra se mezcle bien; (6) Insertar una pala de plástico en el recipiente de muestra; (7) Insertar el recipiente de muestra con pala en el RVA; (8) Elegir el perfil de temperatura descrito anteriormente e ilustrado en la figura 4, y esperar a que el RVA alcance la temperatura establecida; (9) Empujar el recipiente de muestra hacia abajo al RVA; (10) Esperar aproximadamente 20 minutos para que el RVA finalice el análisis. El procedimiento anterior se denomina aquí el protocolo RVA.

Como se puede ver en la figura 4, las curvas 414, 416 y 418 difieren marcadamente de la curva 412. La curva 412 asciende a una viscosidad máxima 412A de aproximadamente 600 Unidades Rapid Visco (RVU; 1 RVU = aproximadamente 12 cP) en aproximadamente 2 minutos, luego desciende a una viscosidad mínima 412B de aproximadamente 42 RVU en aproximadamente 15 minutos, y llega a una viscosidad final 412C de aproximadamente 64 RVU en 19 minutos. En fuerte contraste, la curva 414 (que representa una muestra de almidón de harina de arroz) representa dos niveles de viscosidad creciente, la curva 416 (que representa una muestra de almidón de tapioca) presenta un largo período sin cambio de viscosidad, seguido por un máximo rápido, mínimo y máximo final, y la curva 418 (que representa un almidón de maíz pregelatinizado) presenta un perfil de viscosidad ligeramente ascendente, relativamente plano.

Así, un almidón usado en la presente invención incluirá una viscosidad máxima de entre 500 y 700 RVU en un tiempo de entre 1 y 6 minutos, una viscosidad mínima de entre 20 y 60 RVU en entre 12 y 18 minutos, y una viscosidad final de entre 45 y 85 RVU en aproximadamente 19 minutos, medidas usando el protocolo RVA.

El almidón XPANDR612 tiene otras tres características importantes, que son evidentes a partir del perfil de viscosidad. Primera: se hidrata rápidamente cuando se añade a agua bajo corte y a baja temperatura, formando un gel. Este se puede ver en el perfil RVA 412 en la figura 4, en la región entre el inicio del perfil y la viscosidad máxima 412A. En esta región, los gránulos de almidón se hinchan cuando absorben agua. Las otras curvas de viscosidad de almidón no presentan hinchazón o presentan hinchazón muy tardía, y solamente después de que la temperatura ha subido de forma significativa.

Segunda: la posición de la viscosidad máxima 412A, y el rápido descenso del perfil de viscosidad después del pico a través de la viscosidad mínima 412B y a la viscosidad final 412C indica que se comportará idealmente en condiciones de extrusión de fluido supercrítico. No solamente forma rápidamente un gel, sino que también tiene unas propiedades deseables de formación de película. Sin quedar vinculados por la teoría, los Solicitantes consideran que el fluido supercrítico se inyecta a la mezcla de almidón cerca de su viscosidad máxima 412A, permitiendo que la matriz de almidón capture y estabilice el fluido supercrítico. Después de inyectar el fluido supercrítico, el almidón presenta características de "dilución por corte", representada por la región entre la viscosidad máxima 412A y la viscosidad mínima 412B, que dejan que fluya eficientemente a través del extrusor y el orificio de troquel. Las características de dilución por corte también se mantienen a través de un rango de temperaturas y tiempos después de la viscosidad máxima 412A.

Tercera: el almidón pregelatinizado que funciona según la presente invención incluye una relación deseable de amilosa a amilopectina en el almidón. Los almidones de alto contenido de amilosa interfieren con la cristalinidad de la amilopectina, y no forman geles que son tan "pegajosos" como los almidones ricos en amilopectina. Sin embargo, los almidones ricos en amilosa forman geles y películas más fuertes. Sin quedar vinculados por la teoría, los Solicitantes consideran que el almidón rico en amilosa ayuda a estabilizar y contener las bolsas de fluido supercrítico dentro del extrudato, y mantiene la estructura expandida del extrudato a través del procesado posterior a la extrusión, incluyendo las operaciones de secado. El almidón usado según la presente invención tiene una baja difusividad de dióxido de carbono supercrítico, que detiene el escape del dióxido de carbono de las bolsas cuando se expanden. El almidón XPANDR612 tiene un alto contenido de amilopectina antes de ser pregelatinizado, pero el proceso de gelatinización convierte parte de la amilopectina a amilosa, incrementando la relación de amilosa a amilopectina en el almidón.

Los almidones pregelatinizados usados según la presente invención permiten que los prácticos corten efectivamente el extrudato en piezas individuales en la cara del troquel (lo que no era posible con otros tipos de almidones), y

proporcionan un producto final con una textura ligera, expandida, crujiente aceptable, en contraposición a la textura tostada más dura impartida por los otros almidones que se comprobaron.

5 Alternativamente, los almidones naturales pueden gelatinizarse en una operación antes de pasarse al extrusor de fluido supercrítico. Para que tales almidones gelatinizados funcionen según la presente invención, deben exhibir características similares al almidón XPANDR612 descrito anteriormente. Las características de los almidones naturales que son pregelificados en una operación antes de la extrusión pueden controlarse seleccionando los ingredientes iniciales, la temperatura, el tiempo, la humedad y nivel de corte impuesto durante la operación de pregelificación. Estas variables pueden determinarlas los expertos en la técnica para lograr las apropiadas características del almidón sin experimentación excesiva después de leer esta descripción. Además, los almidones gelificados deben enfriarse antes de combinarse con componentes sensibles al calor que, en último término, serán extrusionados a través del extrusor de fluido supercrítico, tanto si se combinan en una tolva que alimenta el extrusor de fluido supercrítico como dentro del extrusor propiamente dicho. En una realización, la mezcla de almidón gelificada se enfría a una temperatura por debajo de aproximadamente 90°C, y, en una realización preferida, se enfría a una temperatura por debajo de aproximadamente 80°C.

Los ingredientes de entrada en una realización de la presente invención también incluyen al menos uno de ingredientes a base de frutas o ingredientes a base de verduras. En el sentido en que se usa aquí, el término fruta se usa en sentido culinario e incluye los frutos botánicos que son dulces y carnosos. Los ejemplos de fruta incluyen, sin limitación, manzana, fresa, arándano, arándano agrio, ciruela, melocotón, mango, banana, pera, uva y naranja. El término verdura se usa aquí en el sentido culinario e incluye los frutos de plantas que son sabrosos, en contraposición a dulces. Los ejemplos de verduras incluyen, sin limitación, patatas, patatas dulces, maíz dulce, batatas, malanga, plátanos, guisantes verdes y lentejas, calabaza, tomate, cebolla, zanahoria, pimienta dulce, remolacha, pepino, brócoli y zapallo. Las diferentes frutas y verduras usadas en la presente invención son ricas en diferentes nutrientes y cada uno tiene beneficios nutricionales diferentes de los granos farináceos, tales como maíz, arroz y trigo.

En una realización preferida, los bocadillos finales de la presente invención incorporan al menos 1 porción de frutas o verduras por ración de 28 g (1 onza) de los bocadillos. En otra realización preferida, los bocadillos de la presente invención incorporan al menos 1,5 porciones de frutas o verduras por ración de 28 g (1 onza) de los bocadillos. En otra realización preferida, los bocadillos de la presente invención incorporan al menos 2 porciones de frutas o verduras por ración de 28 g (1 onza) de los bocadillos.

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) define una ración de verduras como 1/2 copa de verduras trituradas. Por ejemplo, 1/2 copa de cubos de calabaza cruda de 2,54 cm (1 pulgada) constituye 1 ración de calabaza, y 1/2 copa de tomates triturados o en rodajas constituye 1 ración de tomate según las directrices de USDA. Puede entenderse que una ración de verduras tiene un contenido de humedad y un contenido de sólidos. Los sólidos de verdura y los sólidos de fruta se definen aquí como los componentes no agua de las verduras y frutas, respectivamente. Así, una ración de verduras incluye un contenido de sólidos de verdura en base seca y una ración de fruta incluye un contenido de sólidos de fruta en base seca. La Base de Datos Nacional de Nutrientes para Referencia Estándar de USDA define el peso de la porción comestible de una verdura en 1/2 copa y define la humedad media y por ello el contenido de sólidos de verdura de la porción comestible de una verdura. La Tabla 1, por ejemplo, ilustra el perfil de nutrientes de 1 copa o 180 gramos de un tomate medio anual rojo, maduro, crudo, al que se accede en <http://www.nal.usda.gov/fhic/foodcom/p/search/>.

45

Tabla 1. Tomates, rojo, maduro, crudo, media anual

Nutriente	Unidades	Valor por 100 gramos	Número de puntos de datos	Error estándar	1,00x1 copa, triturado o en rodajas
					180 g
Composición					
Agua	g	94,50	33	0,159	170,10
Energía	kcal	18	0		32
Energía	kJ	75	0		135
Proteína	g	0,88	19	0,039	1,58
Lípidos totales (grasa)	g	0,20	26	0,034	0,36
Ceniza	g	0,50	19	0,018	0,90
Carbohidrato, por diferencia	g	3,92	0		7,06
Fibra, dieta total	g	1,2	5	0,234	2,2
Azúcares, total	g	2,63	0		4,73
Sacarosa	g	0,00	12	0,002	0,00

Glucosa (dextrosa)	g	1,25	16	0,135	2,25
Fructosa	g	1,37	17	0,073	2,47
Lactosa	g	0,00	9	0	0,00
Maltosa	g	0,00	9	0	0,00
Galactosa	g	0,00	4	0	0,00
Almidón	g	0,00	4	0	0,00
Base de Datos Nacional de Nutrientes para Referencia Estándar USDA, Versión 19 (2006)					

En el sentido en que se usa aquí, una ración de fruta o una ración de verduras se define como la cantidad de contenido de sólidos de fruta o de sólidos de verdura que es equivalente a 1/2 copa (118 centímetros cúbicos) de fruta o verduras trituradas en base seca según la Base de Datos Nacional de Nutrientes para Referencia Estándar, Versión 19, 2006, que se incorpora aquí por referencia. Según la Tabla 1, una copa de tomate medio anual rojo, maduro, crudo, pesa 180 gramos, tiene un contenido de agua de 94,5 % en peso y un contenido de sólidos de verdura de 5,5%. Una ración de verdura de tomates crudos (1/2 copa) tiene un peso total de 90 gramos. En consecuencia, 4,95 gramos (contenido de sólidos de 5,5% x 90 gramos de peso total) de sólidos de tomate en un producto acabado es equivalente a una ración de verduras. (como conocen los expertos en la técnica, las verduras en polvo tienen de ordinario un componente de humedad intrínseca, por ejemplo, el tomate en polvo puede incluir menos de aproximadamente 4% de humedad en peso. En consecuencia, la cantidad de tomate en polvo necesaria para una ración de verduras puede no corresponder exactamente a la cantidad de sólidos de tomate necesaria para una ración de verduras). Así, un bocadillo que tiene una ración de un tercio de verdura tendría aproximadamente 4,95 gramos de sólidos de tomate en una ración de bocadillo de 28 g (1 onza). En consecuencia, en una realización, pueden añadirse sólidos de verdura en una cantidad suficiente para obtener al menos 0,5 raciones de verdura o al menos 1 ración de verdura, en una realización preferida en una cantidad suficiente para obtener 1,5 raciones de verdura, y en otra realización preferida en una cantidad suficiente para obtener 2 o 2,5 raciones de verdura. Los Solicitantes hacen notar que un producto de bocadillo con 2 raciones de verdura también tendrá 1 ración de verdura y 1,5 raciones de verdura. Por lo tanto, estos límites se interpretan como valores mínimos, incluidos todos los niveles más altos de raciones de verdura. En el sentido en que se usa aquí, una ración de fruta o una ración de verduras se define como la cantidad de sólidos de fruta o verdura que es equivalente a 1/2 copa (118 centímetros cúbicos) de fruta o verduras trituradas en base seca según la Base de Datos Nacional de Nutrientes para Referencia Estándar de USDA, Versión 19, 2006.

En una realización preferida de la presente invención, se usan verduras en polvo como un ingrediente en el producto de bocadillo extrusionado de la presente invención. El término verduras en polvo, en el sentido en que se usa aquí, se define como copos parcialmente deshidratados de sólidos de verdura. Típicamente, las verduras en polvo contendrán entre aproximadamente 1% y aproximadamente 4% de humedad. Las verduras en polvo también pueden contener ingredientes tales como harina de arroz y/o lecitina como adyuvantes de procesado. En una realización, las verduras en polvo contienen una mezcla de diferentes verduras en polvo. Los ejemplos no limitadores de verduras en polvo que pueden usarse con la presente invención incluyen polvos derivados de tomates, zanahorias, pimientos verdes, calabaza, zapallo, pepinos, espinaca, brócoli, remolachas, remolachas rojas, perejil y cebollas.

En otra realización preferida de la presente invención, se usa polvo de fruta como un ingrediente en el producto de bocadillo extrusionado de la presente invención. El término polvo de fruta, en el sentido en que se usa aquí, se define como copos parcialmente deshidratados de sólidos de fruta. Típicamente, el polvo de fruta contendrá entre aproximadamente 1% y aproximadamente 4% de humedad. El polvo de fruta también puede contener ingredientes tales como harina de arroz y/o lecitina como adyuvantes de procesado. En una realización, el polvo de fruta contiene una mezcla de diferentes frutas en polvo. Los ejemplos no limitadores de frutas en polvo que pueden usarse con la presente invención incluyen polvos derivados de moras, fresas, arándanos, frambuesas, mangos, banana, manzanas, piñas, naranjas, y arándanos agrios.

Pueden incluirse otros ingredientes termosensibles en los ingredientes de entrada según otras realizaciones de la presente invención. Las proteínas de suero son susceptibles al daño durante el procesado térmico. Cuando se calientan a temperaturas superiores a aproximadamente 60°C a aproximadamente 70°C, las proteínas pueden desnaturalizarse o perder la mayor parte de su forma/conformación, y puede producirse cierta hidrólisis. Las proteínas de suero también tienen lugares de reacción que participarán en las reacciones de Maillard con los azúcares y las dextrinas presentes en almidones cuando se calienta una mezcla de proteína de suero y almidón. Las proteínas de suero pueden incluirse en formulaciones de ingredientes con la presente invención y sobreviven al proceso de extrusión sin desnaturalizar y sin facilitar la reacción de Maillard.

La presente invención también se puede usar para incluir almidones resistentes al calor en formulaciones de producto extrusionado. Los almidones resistentes al calor son los almidones que pueden someterse a calor alto sin alteración de la estructura del almidón o gelatinización. Sin embargo, durante los procesos de extrusión a alta temperatura/alto corte de la técnica anterior, cuando se incluyen almidones resistentes junto con almidones no resistentes, los almidones resistentes se descompondrán. En contraposición, los almidones resistentes al calor

sobrevivirán al proceso y el aparato de la presente invención, y permitirán al práctico aumentar el contenido de fibra del producto final.

Los Solicitantes de la presente solicitud también han determinado que el contenido inicial de humedad de los ingredientes iniciales deberá ser preferiblemente entre aproximadamente 25% y 35% en peso. El contenido de humedad mínimo que los Solicitantes utilizaron para hacer un producto aceptable era 16% en peso con algunas formulaciones (20% como mínimo funciona mejor con la mayoría de las formulaciones), y el valor máximo del contenido de humedad inicial es 40% en peso. La cantidad de agua añadida necesaria para lograr el contenido de humedad preferido variará dependiendo del contenido de humedad de los ingredientes iniciales. Si el contenido de fruta o verdura incluye fruta o verduras en polvo, puede necesitarse más agua, mientras que puede añadirse menos agua si se usan zumos o purés de fruta o verdura como ingredientes iniciales.

Los extrudatos resultantes del contenido de humedad de entrada superior a 40% eran demasiado blandos para que el práctico cortase efectivamente el extrudato en piezas individuales en la cara de troquel, tenían una estructura que se aplastaba poco después de salir de la cara de troquel, y requerían demasiado secado post-extrusión para lograr un producto final aceptable. Cuando la humedad de entrada es inferior a 15%, la mezcla puede no crear una pasta o masa cohesiva, no disolverse y atrapar el fluido supercrítico, y calentarse dentro del extrusor debido a rozamiento y llegar a temperaturas superiores a 100°C. Por ejemplo, los Solicitantes han observado que las mezclas de ingredientes hidratadas a menos de 15% de humedad producen un sonido de "estallido" cuando salen del orificio del troquel extrusor, lo que indica que el fluido supercrítico está escapando del extrudato y no contribuye suficientemente a la expansión del producto. El estallido también es el resultado de la evaporación de vapor de agua (vapor) del extrudato. Así, 15% no es el mínimo teórico para el contenido de humedad de la mezcla de ingredientes hidratada. El contenido de humedad para una mezcla de ingredientes dada puede reducirse hasta que empieza a producir vapor cuando sale del troquel en el extrusor.

El resultado de usar una mezcla de ingredientes inadecuadamente hidratada es que el extrudato no tiene la textura expandida inflada deseable. En contraposición, cuando se usa un contenido de humedad de entre 15% y 40%, el proceso de extrusión es comparativamente silencioso, y el extrudato retiene e incrementa su estructura expandida durante las operaciones después de la extrusión. En una realización preferida, el contenido de humedad de la mezcla dentro del extrusor es de entre 20% y 40% en peso.

Las formulaciones de producto específicas según la presente invención deberán incluir, en base seca, al menos 30% del almidón pregelatinizado descrito anteriormente, y pueden incluir, cuando se usa un troquel circular, hasta 50% de fruta o verduras en polvo (o su mezcla) en base seca, y todavía retienen la textura crujiente expandida que desean los consumidores. Cuando se usa un troquel plano para producir un extrudato en forma de hoja, pueden usarse niveles aún más altos de frutas y verduras en polvo -hasta 60% en peso en base seca- con la presente invención. Adicionalmente, puede incluirse hasta 10% en peso, en base seca, de almidones naturales (no pregelatinizados) en formulaciones de la presente invención y todavía puede producirse un producto con la estructura y textura deseadas.

En resumen, cuando se combinan ingredientes que incluyen componentes termosensibles con los almidones pregelatinizados descritos anteriormente y en el rango preferido de contenido de humedad, se produce un extrudato que se puede cortar en la cara de troquel usando un cortador rotativo que es conocido en la técnica. Las piezas de extrudato cortadas conservan adecuadamente su forma y estructura cuando son recogidas cerca de la salida del troquel. Tales piezas de extrudato no son conocidas en la técnica.

En otras realizaciones de la presente invención, se puede usar orificios de troquel de formas diferentes para crear piezas de extrudato que tienen los atributos físicos deseables. En una realización, se usa un troquel circular para crear piezas de extrudato aproximadamente cilíndricas, o si se cortan piezas de extrudato cortas, la pieza de extrudato resultante puede asemejarse a una esfera, esferoide, ovoide o elipsoide. En esta realización, el fluido supercrítico pasa de líquido a gas al llegar a presión atmosférica, y expande el extrudato en una dirección radial mientras escapa del interior del extrudato a través de la superficie exterior. En otra realización, se emplea un orificio de troquel en forma de aro (o anular). En esta realización, es posible crear un extrudato cilíndrico con una densidad más baja que la creada con un troquel circular. El extrudato que sale de un troquel anular tiene una densidad más baja porque tiene un nivel de expansión mayor. No solamente sale gas dióxido de carbono y expande el extrudato en una dirección radial hacia fuera, sino que también expande el extrudato en una dirección radial hacia dentro. Los diámetros interior y exterior del anillo pueden elegirse de tal manera que la expansión hacia dentro cierre completamente el agujero que hay inicialmente en el extrudato cuando sale de la cara de troquel. En una realización alternativa, los diámetros del anillo pueden elegirse de tal manera que quede un agujero axial en el extrudato después de completarse la expansión de gas. Los diámetros usados para formar cada tipo de extrudato dependerán de la formulación y del contenido de humedad del producto, así como de las condiciones del fluido supercrítico y otras condiciones de procesado dentro del extrusor.

En otra realización de la presente invención, se usan pasos de procesado post-extrusión para establecer la estructura del extrudato o para alterarla de forma significativa. En una realización, las piezas de extrudato cortadas se secan en un horno a presión atmosférica y temperaturas inferiores a 100°C. En esta realización, los componentes

termosensibles también sobreviven al paso de secado, y el bocadillo secado resultante retiene una alta proporción del nivel inicial de componentes termosensibles.

5 Si los ingredientes son extrusionados a través de un orificio circular del troquel, las piezas de extrudato resultantes se asemejan a cilindros imperfectos, que ocasionalmente exhiben discontinuidades tal como flexión y otras superficies no uniformes. Sin embargo, cuando se secan estas piezas, forman un recubrimiento liso sobre la superficie exterior. Los Solicitantes han observado que la superficie exterior de estos productos extrusionados de fluido supercrítico es más suave que la superficie exterior de productos expandidos directos tradicionales. Cuando los Solicitantes condimentaron estos nuevos productos con un aceite típico/pasta de aliño, los Solicitantes observaron que se adhiere menos aceite a la superficie, dando lugar a un menor contenido de aceite en el bocadillo condimentado final.

15 Además, se ha hallado que, cuando estos extrudatos de fluido supercrítico se fríen en aceite caliente, absorben mucho menos aceite que un producto inflado expandido directo tradicional a temperatura alta. Cuando se frió una muestra de producto inflado expandido directo usando un extrusor de tornillo doble en aceite caliente durante 30 segundos, los inflados tenían un contenido de aceite después del paso de freír de aproximadamente 75%. Cuando otra muestra de inflados expandidos directos producidos usando un extrusor aleatorio se coció en un horno y después se terminó de freír en aceite caliente, los inflados tenían un contenido de aceite de aproximadamente 31% en peso. Los Solicitantes también frieron en aceite caliente doce muestras de piezas de extrudato de fluido supercrítico hechas según la presente invención y las secaron usando secado por impacto o secado por convección. Estas muestras fritas incluían un contenido de aceite de entre aproximadamente 15% y 20% en peso. Así, los extrudatos de fluido supercrítico presentan una resistencia sorprendente a la absorción de aceite cuando se condimentan o fríen.

25 En otra realización, el procesado posterior a la extrusión se usa para alterar la forma y la estructura de las piezas de extrudato cortadas. En una realización preferida, se usa secado al vacío post-extrusión para crear un bocadillo con una estructura nueva. Los Solicitantes extrusionaron una mezcla de 20% de arándano agrio en polvo (pulpa), 80% de almidón pregelatinizado (base seca) y agua a través del aparato de extrusión de fluido supercrítico descrito anteriormente, a través de un troquel de orificio circular. El extrudato se cortó en piezas de entre aproximadamente 2,54 y 5,08 cm (1 y 2 pulgadas) de longitud. Estas piezas se secaron después a aproximadamente 60°C, y entre 15 mmHg y 20 mmHg por debajo de la presión atmosférica (presión manométrica de -15 mmHg a -20 mmHg). Durante el proceso de secado al vacío, se formó un agujero axial en el bocadillo en toda la longitud del cilindro. La figura 2 representa una vista en perspectiva de tal bocadillo. De nuevo, cuando el extrudato salió originalmente de la cara de troquel y se cortó en piezas, era una pieza relativamente continua sin agujero axial. Sólo después del secado al vacío se formó el agujero axial, dando al bocadillo final una estructura y textura únicas. El procesado posterior a la extrusión en esta realización no se usó para establecer la estructura del extrudato salido del extrusor, sino más bien para alterar drásticamente la estructura y formar un nuevo bocadillo. Sin vinculación a la teoría, los Solicitantes consideran que el contenido de fibra insoluble de la pulpa de arándano agrio, que incluye generalmente partículas de fibra de entre 100 micras y 700 micras de tamaño, desestabilizó las paredes que rodean las bolsas de gas internas, haciendo que se unan y formen el agujero axial observado. Independientemente de la teoría, los Solicitantes han demostrado que el post-procesado puede usarse para alterar la estructura del extrudato inicial, y crear productos con nuevas estructuras y texturas.

45 Aunque el extrudato del ejemplo anterior se extrusionó a presión atmosférica y posteriormente se transfirió a una secadora al vacío, en otra realización el extrudato se extrusiona directamente a una cámara de vacío. El extrudato se puede cortar en la cara de troquel como en el ejemplo anterior, o cortar en piezas después de secarse al vacío. La extrusión directa a la cámara de vacío aumentará la relación de expansión del extrudato, para un nivel dado de fluido supercrítico disuelto en la masa, por encima del que la relación de expansión estaría a presión atmosférica.

50 En otra realización preferida, las piezas de extrudato cortadas se sometieron a un proceso de cocción post-extrusión que utilizó altos coeficientes de transferencia de calor para inflar los bocadillos. Los Solicitantes de la presente solicitud extrusionaron una mezcla de verdura en polvo, almidón pregelatinizado y agua a través del aparato de extrusión de fluido supercrítico descrito anteriormente, a través de un orificio plano del troquel. El extrudato se cortó en piezas aproximadamente cuadradas o rectangulares que medían entre aproximadamente 2,54 y 5,08 cm (1 y 2 pulgadas) en un lado. Al salir del extrusor y cortarse en piezas, el extrudato presentó cierto inflado en su estructura. Sin embargo, cuando se secó completamente (a un contenido de humedad de menos de aproximadamente 5%) en un horno de impacto y chorro a entre aproximadamente 104°C y 138°C (220°F y 280°F) durante al menos 10 minutos, las piezas de extrudato se inflaron de forma mucho más perceptible, y se asemejaban a la forma de una almohada de cama. Alternativamente, el horno de impacto y chorro puede usarse durante un período de tiempo suficiente para establecer la estructura de almohada de las piezas de extrudato, pero no secarlas completamente. Después de establecer la estructura de almohada, las piezas pueden terminar de secarse a temperatura más baja, o usar otras técnicas conocidas en la técnica. La figura 3 representa una vista en perspectiva de tal bocadillo. De nuevo, el post-procesado se usó para establecer la estructura del extrudato salido del extrusor, sino más bien para alterar la estructura y formar un bocadillo con una forma y textura desconocidas en la técnica. Cuando el bocadillo se parte por la mitad, la porción interior del bocadillo parece tener una densidad más baja que la porción exterior.

Ejemplos

5 Se pasaron varias formulaciones de verdura y/o frutas en polvo, almidón XPANDR612, y otros ingredientes menores (menos de 1% en peso cada uno) tal como sal, a través de un aparato de extrusión de fluido supercrítico a través de un orificio de troquel de 3 mm de diámetro. En todas las pruebas, el fluido supercrítico se inyectó a una tasa de 1% en peso de los ingredientes extrusionados, y los ingredientes se hidrataron a un contenido de humedad de entre 21% y 25%.

10 Tabla 1: Formulaciones de ingredientes ejemplares

Lote #	Componentes de verdura/Fruta	Porcentaje en peso de fruta o verdura (base seca)	Porcentaje en peso de almidón (base seca)	Raciones de fruta o verdura por 28 g (por onza)
1	Tomate en polvo	20	77,5	1
2	Tomate en polvo	40	57,5	2
3	Tomate en polvo	20	61,5	2
	Zanahoria en polvo	16		
4	Manzana en polvo	34	64	2
5	Mango en polvo	27	71	1
6	Arándano en polvo	22	76	1
7	Frambuesa	16	82	1

15 Los extrudatos resultantes de las formulaciones anteriores se cortaron en la cara de troquel usando un cortador de cara de troquel rotativo, disponible en el mercado, y se secaron en una secadora de impacto con aire a una temperatura de entre aproximadamente 80°C y 90°C. A continuación, se midió el diámetro, la relación de expansión radial, la densidad, la solubilidad en agua y la actividad del agua de los extrudatos secados de modo que pudiesen compararse con los inflados de almidón de maíz expandidos directos conocidos. El diámetro se midió usando calibradores, y la relación de expansión se calculó dividiendo el diámetro por los 3 mm de diámetro del orificio. La densidad medida era una densidad verdadera, y no una densidad volumétrica. Para medir la densidad verdadera, se pesó una pieza de extrudato, y el volumen se midió posteriormente empaquetando un cilindro graduado con pequeñas perlas de vidrio y la pieza de extrudato, sacando después la pieza de extrudato, y registrando la diferencia de volumen. El índice de solubilidad en agua y el índice de actividad de agua se midieron usando el protocolo siguiente: se mezcló bien una muestra de 0,5 gramos de la pieza de extrudato con 15 ml de agua. La mezcla se centrifugó después en un vial hasta que se separó una torta en la parte inferior de un líquido supernadante. La torta se secó después por completo, y se registró el peso de los sólidos restantes como el índice de actividad de agua. El líquido supernadante se secó completamente, y el peso de los sólidos restantes se registró como el índice de solubilidad en agua. La tabla siguiente indica estas propiedades con respecto a las formulaciones ejemplares de la Tabla 1 anterior.

30 Tabla 2: Propiedades del extrudato ejemplar

Lote #	Diámetro (mm)	Relación de expansión	Densidad	Índice de solubilidad en agua	Índice de actividad del agua
1	13,4	4,5	0,175	0,3	0,2
2	10,6	3,5	0,15	0,2	0,3
3	12,8	4,3	0,1	0,2	0,3
4	10,0	3,3	0,175	0,2	0,3
5	11,3	3,8	0,07	0,2	0,3
6	13,0	4,3	0,15	0,25	0,25
7	12,1	4,0	0,1	0,1	0,4

35 A efectos de comparación, un producto de bocadillo extrusionado inflado conocido hecho usando almidón de maíz y expansión directa a temperatura alta, tiene una relación de expansión de 3,6, una densidad de 0,05, un índice de solubilidad en agua de 0,12 y un índice de actividad de agua de 0,38. Así, el método y formulación novedosos pueden producir productos muy similares en características físicas a los inflados de maíz conocidos producidos usando altas temperaturas, pero las composiciones de la invención tienen altos niveles de frutas y verduras, y se producen a bajas temperaturas, permitiendo que los nutrientes, los aromatizantes naturales y otros componentes termosensibles sobrevivan.

40 También se realizó un ejemplo usando puré de tomate como el fluido hidratante en lugar de agua. El puré de tomate incluía aproximadamente 12% de sólidos de tomate. Los Solicitantes consideran que el límite superior de sólidos en un puré de tomate como un fluido hidratante para la presente invención es aproximadamente 20% de sólidos, porque, por encima de dicho nivel, el puré es muy grueso y no hidratará adecuadamente el almidón en los 45

segundos a 1 minuto que los ingredientes permanecen dentro del extrusor. Los extrudatos producidos usando el puré de tomate de 12% de sólidos se cortaron en la cara de troquel y se secaron usando secado por impacto. También tenían características físicas similares a los ejemplos descritos anteriormente. La utilización de un puré en lugar de un polvo para hidratar la mezcla puede impartir la ventaja adicional de proporcionar inclusiones de fruta o verdura que son visibles en el producto alimenticio final. Las inclusiones visibles de fruta o verdura también pueden añadirse a otras mezclas de ingredientes.

Se realizaron varios ejemplos usando diferentes niveles de harina de avena pregelatinizada como un ingrediente, además de los productos de almidón y fruta descritos anteriormente. Los Solicitantes hallaron que, cuando se usa harina de avena pregelatinizada a niveles superiores a 30% en peso de la mezcla de ingredientes en base seca, el extrudato resultante se expande, pero se aplasta rápidamente después de salir del orificio de troquel. En contraposición, cuando se usó harina de avena pregelatinizada a niveles de 30% o menos, y especialmente de 25% o menos (hasta un mínimo de aproximadamente 1%), el extrudato conservó adecuadamente su relación de expansión al salir del orificio de troquel.

Por lo tanto, en una realización, esta invención produce un producto alimenticio expandido o inflado y un método para hacerlo, con el que se hace un producto alimenticio de bocadillo inflado que tiene un alto contenido de ingredientes que incluyen componentes termosensibles, y características de textura similares a los productos de bocadillo inflados producidos convencionalmente. Además, las piezas de comida aquí descritas cumplen o superan los otros objetivos nutricionales preferidos.

En otras realizaciones, las piezas de comida pueden incluir en general una amplia variedad de productos alimenticios o intermedios, incluyendo productos de bocadillos inflados, productos cereales, barras o polvos. Un producto alimenticio en polvo hecho según la presente invención puede añadirse a agua para hacer una sopa, o a leche para hacer una bebida deseable de fruta o verdura. El alimento intermedio en polvo se puede hacer mediante varias técnicas y procesos, incluyendo, sin limitación, la pulverización o la molienda de las piezas de extrudato descritas anteriormente en trozos más pequeños, o cortar finamente o cortar en rodajas finas el extrudato cuando pasa a través del troquel durante la extrusión. El almidón pregelatinizado usado con la presente invención permite que tales polvos se hidraten rápidamente cuando se añadan a líquidos, lo que permite al práctico de la presente invención proporcionar a los consumidores un método fácil de hacer una sopa o bebida instantáneas con altos niveles de fruta, verdura u otros componentes sensibles al calor.

REIVINDICACIONES

1. Un método para hacer un producto alimenticio incluyendo:

5 introducir en un extrusor ingredientes incluyendo en peso en base seca:

al menos un ingrediente termosensible elegido del grupo que consta de ingredientes a base de frutas, ingredientes a base de verduras, proteínas, compuestos aromatizantes naturales, compuestos aromatizantes sintéticos, y agentes colorantes;

10 al menos 30% de almidón incluyendo una viscosidad máxima de entre 500 y 700 RVU en un tiempo de entre 1 y 6 minutos, una viscosidad mínima de entre 20 y 60 RVU en entre 12 y 18 minutos, y una viscosidad final de entre 45 y 85 RVU en aproximadamente 19 minutos, medidas usando el protocolo RVA;

15 hidratar dichos ingredientes a un contenido total de humedad entre 15% y 40% en peso para producir una mezcla de ingredientes hidratada;

inyectar un fluido supercrítico a dicho extrusor para mezclar dichos ingredientes a una tasa superior a 0% e inferior a 3% en peso de dicha mezcla hidratada;

20 formar un extrudato extrusionando dichos ingredientes a través de al menos un orificio de troquel;

cortar dicho extrudato en piezas de extrudato; y

25 mantener dichos ingredientes a una temperatura inferior a 100°C entre dicho paso de introducción y dicho paso de corte.

2. El método de la reivindicación 1, incluyendo además:

30 deshidratar dichas piezas de extrudato a un contenido de humedad de entre 0,8% y 5% en peso para producir bocadillos inflados.

35 3. El método de la reivindicación 1, donde dicho paso de mantenimiento incluye además mantener dichos ingredientes a una temperatura por debajo de 90°C entre dicho paso de introducción y dicho paso de corte.

4. El método de la reivindicación 1, donde dicho paso de mantenimiento incluye además mantener dichos ingredientes a una temperatura por debajo de 80°C entre dicho paso de introducción y dicho paso de corte.

40 5. El método de la reivindicación 2, donde dichos ingredientes incluyen además fibra insoluble, y, donde dicho paso de deshidratación incluye secar dichas piezas de extrudato bajo vacío.

6. El método de la reivindicación 2, donde dicho paso de deshidratación incluye secado por impacto de chorro.

45 7. El método de la reivindicación 1, donde dicho al menos único ingrediente termosensible incluye fruta en polvo o verduras en polvo o sus mezclas, donde dichos ingredientes introducidos a dicho extrusor incluyen al menos 10% en peso de dicha fruta en polvo o dichas verduras en polvo.

8. El método de la reivindicación 1, donde dicho al menos único ingrediente termosensible incluye proteína de suero.

50 9. El método de la reivindicación 5, donde dicho orificio de troquel es redondo, y, donde dicho paso de deshidratación produce una pieza de extrudato seca incluyendo un agujero axial.

55 10. El método de la reivindicación 1, donde dicho al menos único ingrediente termosensible incluye puré de fruta o puré de verduras o su mezcla.

11. El método de la reivindicación 1, donde dichos ingredientes incluyen entre 1% y 10% de almidón natural.

60 12. El método de la reivindicación 1, donde dichos ingredientes incluyen entre 1% y 30% de harina de avena pregelatinizada.

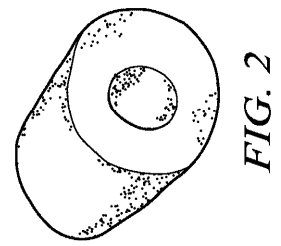
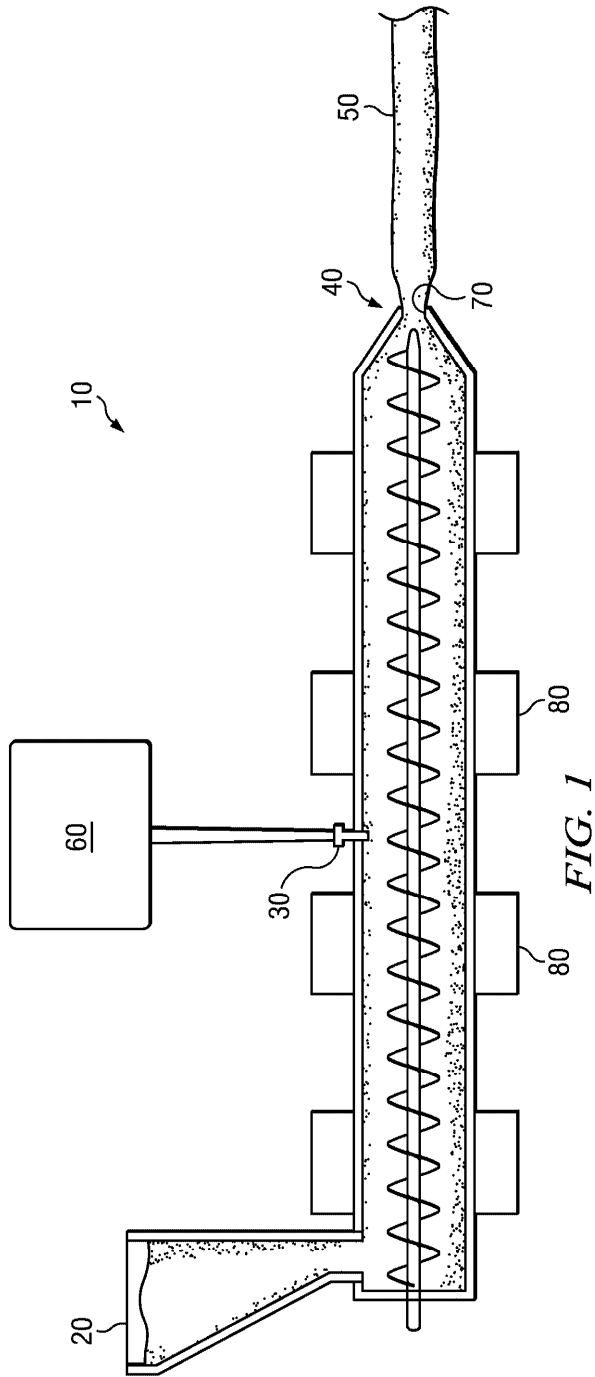


FIG. 2

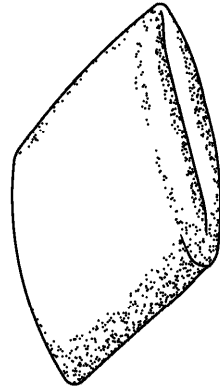


FIG. 3

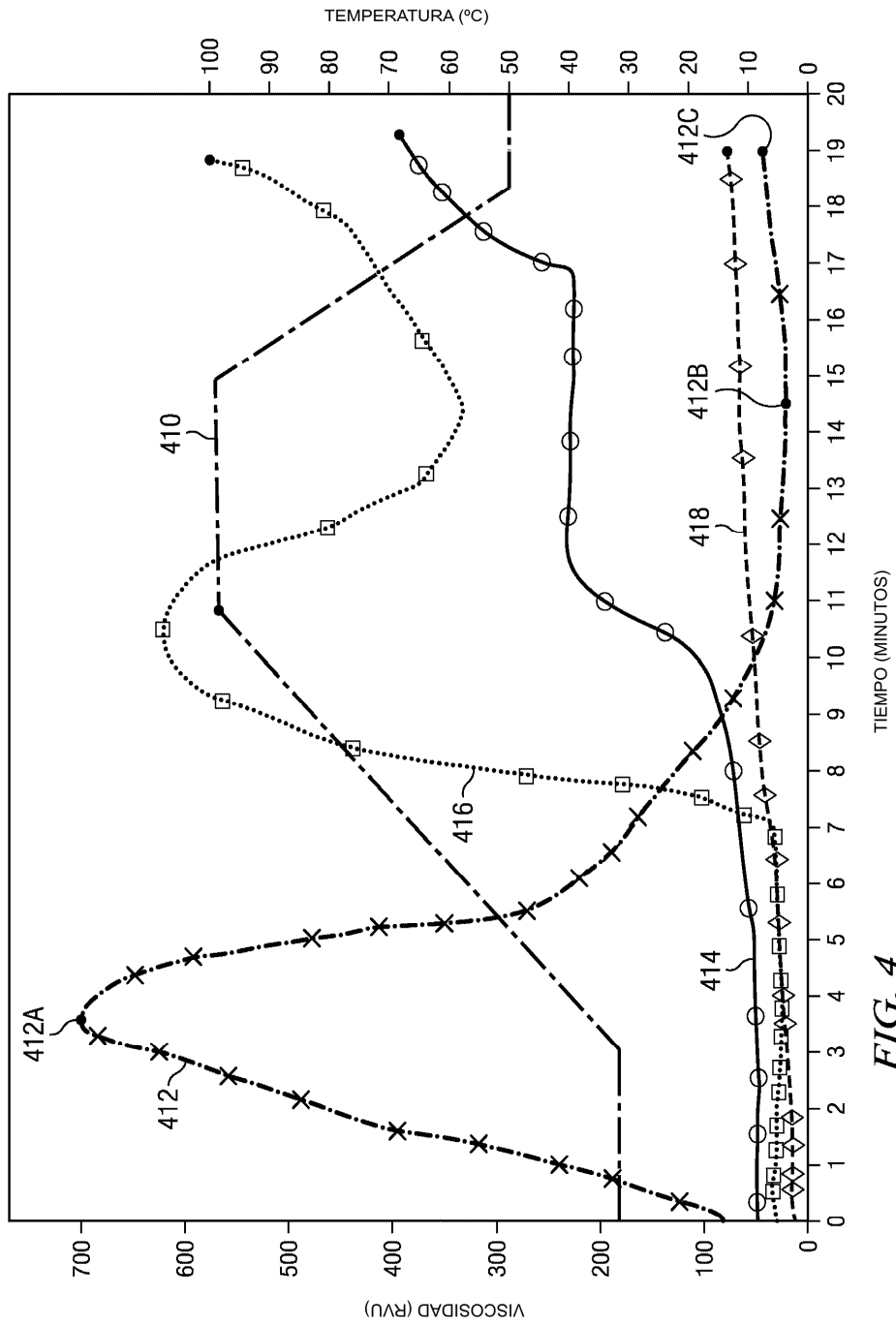


FIG. 4

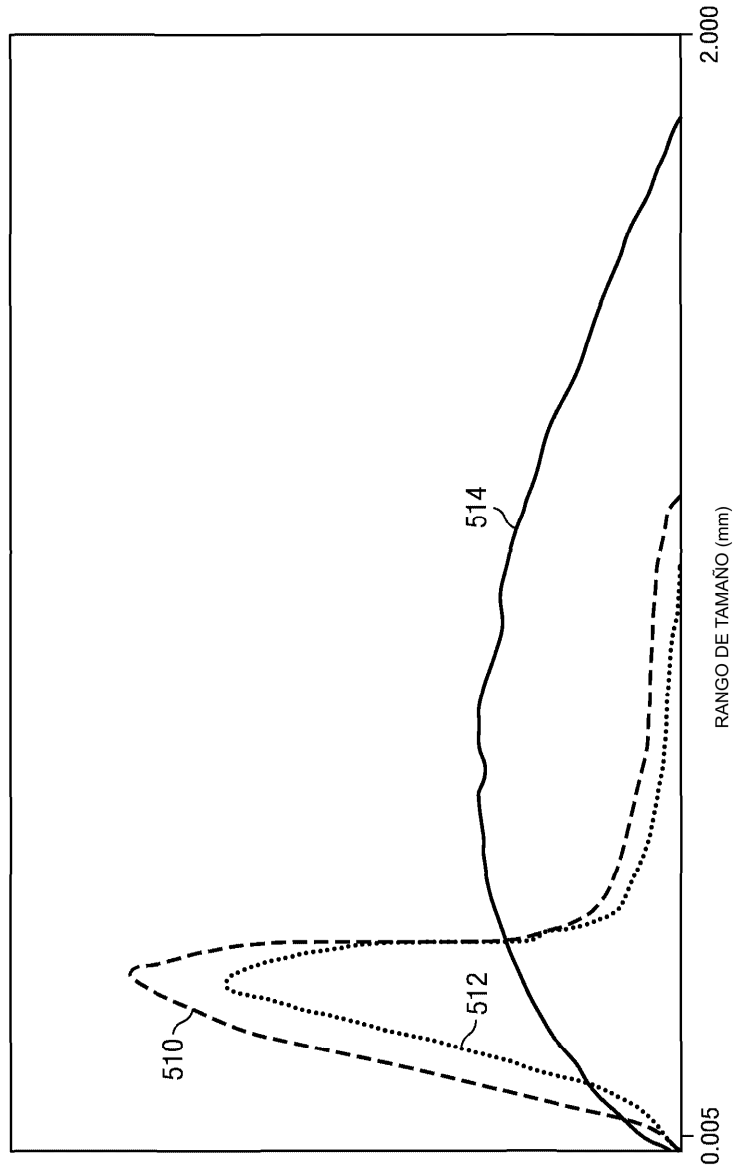


FIG. 5

% DE VACIOS
EN RANGO DE
TAMAÑO