

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 407 823**

51 Int. Cl.:

A21D 2/02 (2006.01)

A21D 2/18 (2006.01)

A23C 9/152 (2006.01)

A23L 2/40 (2006.01)

A23L 2/54 (2006.01)

A23F 5/40 (2006.01)

A23G 1/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.09.2007 E 07842785 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2068644**

54 Título: **Productos alimenticios gasificados y métodos de preparación de los mismos**

30 Prioridad:

19.09.2006 US 845790 P

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

14.06.2013

73 Titular/es:

**KRAFT FOODS GLOBAL BRANDS LLC (100.0%)
Three Lakes Drive
Northfield, IL 60093, US**

72 Inventor/es:

**ZELLER, BARY, L. y
KIM, DENNIS, A.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 407 823 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

Productos alimenticios gasificados y métodos de preparación de los mismos.

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de suministro de gas de clatrato de sólido-gas y más en particular, al uso de clatratos de α -ciclodextrina-gas y derivados de los mismos como nuevas composiciones de gasificado de alimentos y bebidas.

Antecedentes de la invención

10 Los consumidores desean consumir nuevos dulces, alimentos y bebidas gourmet y usar la mínima cantidad de tiempo en la preparación de los mismos. Un ejemplo de una bebida gourmet que requiere mucho tiempo y esfuerzo para prepararla es el capuchino. El capuchino es una bebida italiana preparada con café exprés y leche. Aunque las proporciones relativas pueden variar mucho, el capuchino típicamente está compuesto de un tercio de café exprés, un tercio de leche texturizada con vapor y un tercio de espuma de leche. La preparación del capuchino tradicionalmente requiere texturizar la leche con vapor y crear una cabeza espumosa. Se prepara entonces un café exprés y se pone en una taza. Se vierte la leche texturizada al vapor y la espuma de leche se pone con una cuchara en la parte superior. El orden de adición no es fijo y las etapas se pueden intercambiar. Este proceso puede durar 15 varios minutos y requiere un equipamiento especial.

20 Por conveniencia y facilidad de preparación, se han desarrollado las mezclas de capuchino en polvo. El capuchino en polvo se pone en una taza y se añade agua caliente. Dichas mezclas de capuchino en polvo típicamente contienen partículas sólidas amorfas que tienen gas atrapado en ellas. Cuando estas partículas sólidas se disuelven, el gas atrapado dentro es liberado proporcionando así una cabeza espumosa en minutos, si no segundos, sin necesidad de un equipamiento especializado.

25 Se muestran ejemplos de partículas sólidas amorfas que tienen gas atrapado en ellas en las siguientes patentes. La patente de EE.UU. nº 4.289.794 describe un material de caramelo gasificado que produce una sensación gaseosa en la boca cuando se consume. El material de caramelo gasificado se prepara fundiendo azúcar y gasificándolo a presión superatmosférica. El azúcar fundido gasificado después se enfría por debajo de su temperatura de fusión a presión superatmosférica para formar un caramelo gasificado. El azúcar fundido se mantiene a una temperatura inferior a aproximadamente 107°C (280°F) durante la gasificación, produciendo en el producto de caramelo gasificado burbujas de gas observables, en el que la mayoría de las burbujas de gas observables tienen diámetros mayores de aproximadamente 225 μm , y en el que el gas de gasificación es dióxido de carbono, nitrógeno o aire.

30 La patente de EE.UU. nº 4.438.147 describe un método para hacer un sustituto de leche en polvo espumante que comprende las etapas de (a) formar una mezcla líquida que comprende agua y sólidos que incluyen una grasa no láctea, un hidrato de carbono no lácteo soluble en agua y leche desnatada en polvo, (b) mezclar un gas inerte para gasificar la mezcla, (c) homogeneizar la mezcla, y (d) secar por atomización la mezcla, forzando la mezcla a través de un orificio con una presión de atomización suficiente para atomizar la mezcla finamente, y poner en contacto la mezcla atomizada con un medio de secado gaseoso a una temperatura elevada, para producir un polvo 35 sustancialmente seco desprovisto de una cantidad eficaz de agentes reductores de la tensión superficial. El polvo seco retiene la capacidad para producir espuma en una bebida final.

40 La patente de EE.UU. nº 6.713.113 describe un ingrediente espumante soluble en polvo, para producir una espuma potenciada en productos alimenticios y de bebidas. El ingrediente espumante soluble comprende una matriz que contiene hidratos de carbono y proteínas y gas atrapado bajo presión. El ingrediente espumante soluble se obtiene sometiendo partículas porosas de la matriz a una atmósfera del gas a una presión mayor y una temperatura elevada por encima de la temperatura de transición vítrea de las partículas, seguido de inactivación o curado de las partículas.

45 La patente de EE.UU. nº 6.953.592 describe polvos, comprimidos o precursores de los mismos solubles en agua o dispersables en agua, basados en una matriz de hidratos de carbono con propiedades de disolución en agua mejoradas. Estos componentes se someten a tratamiento con un gas de modo que el gas está atrapado en estos, y se proporciona una porosidad cerrada suficiente de modo que el gas atrapado en los mismos promueve la disolución o dispersión tras el contacto con el agua. Los polvos o comprimidos pueden ser productos farmacéuticos o alimentos que opcionalmente contienen principios activos en los mismos.

50 Sin embargo, estos productos tienen una serie de inconvenientes. Por ejemplo, los gases atrapados en el material sólido amorfo pueden escapar lentamente a lo largo del tiempo. Como resultado, la mayoría de las bebidas en polvo que contienen dichos ingredientes tienen una vida en anaquel limitada. Otro inconveniente es que las partículas amorfas que contienen gas o gas presurizado atrapado en las mismas típicamente tienen una estructura porosa y sustancial volumen de huecos internos, volumen de poros o volumen de poros cerrados, que producen una densidad 55 relativamente baja que puede limitar su uso en productos alimenticios y envases de alimentos. Un inconveniente más es que las partículas amorfas que contienen gas o gas presurizado atrapado en los huecos internos, poros o poros cerrados típicamente se deforman fácilmente y densifican con la presión aplicada, tal como cuando se

compactan para formar comprimidos, haciendo que sean muy susceptibles al agrietado, rotura o aplastado con la pérdida sustancial o completa del gas o gas presurizado.

El término "clatrato" o "compuesto clatrato" se refiere a una sustancia química que consiste en una red de un tipo de molécula que atrapa y contiene un segundo tipo de molécula, y deriva de la palabra griega *klethra* que significa "barras". Los clatratos de sólido-gas son sólidos cristalinos o cristales moleculares que comprenden una o más moléculas de gas de una composición química, atrapadas de forma reversible entre y/o dentro de una o más moléculas sólidas de una composición química diferente. Las moléculas de gas que comprende el clatrato se pueden denominar moléculas huésped y las moléculas sólidas que comprenden el clatrato se pueden denominar moléculas hospedantes. Los clatratos de sólido-gas también se pueden denominar compuestos huésped-hospedante, complejos huésped-hospedante, sustancias huésped-hospedante y similares.

Las moléculas de gas que comprenden el clatrato típicamente ocupan huecos o cavidades extremadamente pequeños, espaciados de forma regular, de tamaños uniformes, entre o dentro de moléculas sólidas en la red cristalina. Dichos huecos en la red cristalina típicamente se forman como resultado de la incapacidad de las moléculas hospedantes sólidas de empaquetarse estrechamente entre sí debido a una o más características físicas limitantes, tales como el tamaño molecular grande o la forma asimétrica. Como tales, dichos huecos típicamente tienen un diámetro y volumen algo más pequeño que el diámetro y volumen de las moléculas sólidas que los rodean. La admisión de moléculas de gas huésped compatibles en dichos huecos o cavidades extremadamente pequeños, puede mejorar la termodinámica o cinética que gobiernan la formación, recuperación y estabilidad de cristales. Las moléculas de gas huésped se pueden considerar físicamente unidas a o formando complejo con las moléculas hospedantes sólidas en el clatrato de sólido-gas cristalino o cristal molecular.

La preparación y uso de clatratos de sólido-gas, tales como clatratos de ciclodextrina-gas, son conocidos en la técnica. Por ejemplo, la patente de EE.UU. n° 5.589.590 describe su uso para purificar y recuperar α -ciclodextrina de disoluciones mixtas de ciclodextrinas. La patente japonesa n° 62039602 describe la producción de complejos de β -ciclodextrina y derivados de los mismos con dióxido de carbono (CO_2) y su uso ilustrativo en el campo de la cosmética. La patente japonesa n° 63148938 describe la aplicación de complejos de β -ciclodextrina- CO_2 en productos alimenticios y en bebidas.

La solicitud de patente japonesa n° 09-176208 describe un método para preparar un compuesto clatrato que tiene un alto grado de formación de clatrato y menor riesgo de deterioro. El clatrato se prepara poniendo en contacto entre sí dióxido de carbono presurizado y una ciclodextrina no especificada (o polímero de la misma) para formar un agregado y mezclando este agregado con un componente huésped, preferiblemente retinol o p-hidroxibenzoato de butilo. El dióxido de carbono y la ciclodextrina se ponen en contacto en un recipiente con una presión interna de 5 a 10 atm y una temperatura de 20°C o inferior. El componente huésped se mezcla con el clatrato en una relación molar de ciclodextrina:huésped de 1:0,1 a 1:10 y la mezcla obtenida se amasa durante aproximadamente 3 h, con, por ejemplo un molino de bolas. El grado de formación de clatrato es de 28 a 31% en moles, mientras que el grado de formación de clatrato es aproximadamente 1% en moles cuando no se lleva a cabo la etapa de poner en contacto la ciclodextrina con el dióxido de carbono.

La solicitud de patente japonesa n° 04-311339 describe un procedimiento para preparar un agente espumante para grasa sólida. Esto se logra mediante la formación de clatrato de un aceite o grasa en una ciclodextrina especificada. Esto permite que el agente espumante sea espumado de forma extremadamente fácil cuando se usa el agente. El agente espumante es adecuado para usar en la preparación de un alimento, tal como un pastel de mantequilla.

Sin embargo, hasta ahora los clatratos de α -ciclodextrina-gas no se han usado con éxito como composiciones de gasificado para productos alimenticios y de bebida.

Por lo tanto, sería deseable proporcionar composiciones de gas atrapado para usar en bebidas en polvo y alimentos que sean estables y tengan una vida en anaquel prolongada. También sería conveniente proporcionar composiciones de gas atrapado que tengan una estructura en general no porosa con densidad relativamente alta, que pueda permitir, de forma beneficiosa, usar mayores cantidades en productos alimenticios y/o que permite reducir el tamaño de los alimentos envasados. También sería deseable proporcionar composiciones de gas atrapado que sean esencialmente incompresibles y no se deformen o densifiquen fácilmente, haciéndolas particularmente adecuadas para usar en la formación de comprimidos sin pérdida sustancial de gas. Por lo tanto, el agrietado o la rotura incidentales que se pueden producir típicamente no producirá la pérdida sustancial de gas, puesto que el gas atrapado en las mismas en general está dispersado molecularmente uniformemente por toda la estructura en partículas del sólido y no está bajo presión. Los clatratos de sólido-gas de la presente invención proporcionan estos y otros beneficios.

Resumen de la invención

Los autores de la invención han descubierto que el uso de clatratos de α -ciclodextrina-gas en productos alimenticios y de bebidas proporciona varias ventajas significativas frente al uso de complejos de β -ciclodextrina y, además, que el uso de clatratos de óxido nitroso (N_2O) puede proporcionar una ventaja significativa frente al uso de clatratos de CO_2 en algunos productos alimenticios y de bebidas. Por ejemplo, debido a que la α -ciclodextrina tiene una

solubilidad en agua mucho mayor que la β -ciclodextrina, se pueden obtener concentraciones de disolución de α -ciclodextrina mayores para proporcionar mayores rendimientos de clatratos de α -ciclodextrina-gas, lo cual aumenta de forma beneficiosa la eficacia de fabricación y reduce el coste. También, debido a que la normativa legal que regula el uso de ciclodextrinas en productos alimenticios y de bebidas en general permite un uso más amplio de la α -ciclodextrina que de la β -ciclodextrina, y además en general también permite el uso de niveles mucho mayores de α -ciclodextrina que de β -ciclodextrina, se pueden usar cantidades mayores de clatratos de α -ciclodextrina-gas para suministrar beneficiosamente mayores cantidades de gases en una variedad más amplia de productos alimenticios y de bebidas. Finalmente, debido a que el N_2O gaseoso liberado de los clatratos prácticamente no tiene sabor ni olor, se pueden preparar productos alimenticios y de bebidas de mayor calidad que tienen un sabor y textura más limpios, con respecto a la calidad de los productos preparados usando clatratos de CO_2 .

Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto, la presente invención proporciona un producto alimenticio gasificado que comprende de 1% en peso a 50% en peso de un clatrato de sólido-gas seleccionado del grupo que consiste en un clatrato de α -ciclodextrina-gas y un derivado del mismo, en el que el clatrato de sólido-gas tiene un contenido de gas de al menos 10 cc/g, y no libera el gas completamente salvo que se caliente a una temperatura superior a 50°C. De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un método para preparar un producto alimenticio gasificado que comprende un clatrato de sólido-gas seleccionado del grupo que consiste en un clatrato de α -ciclodextrina-gas y un derivado del mismo, comprendiendo el método: proporcionar un producto alimenticio con de 1% en peso a 50% en peso de clatrato de sólido-gas incorporado en el mismo; y aplicar una fuerza desestabilizadora al producto alimenticio para liberar las moléculas de gas del clatrato de sólido-gas al producto alimenticio, en el que el clatrato de sólido-gas tiene un contenido de gas de al menos 10 cc/g, y no libera el gas completamente salvo que se caliente a una temperatura superior a 50°C.

El clatrato de sólido-gas se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en α -ciclodextrina- N_2O , α -ciclodextrina- CO_2 , y derivados de los mismos. En una forma, el clatrato de α -ciclodextrina-gas de la presente invención comprende partículas sólidas cristalinas que tienen un gas atrapado en las mismas que se puede liberar de forma controlada. En otra forma, el clatrato de sólido-gas es un cristal molecular que comprende moléculas de α -ciclodextrina individuales que tienen moléculas de gas individuales atrapadas dentro de la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina individuales que se pueden liberar de forma controlada. Los cristales moleculares se pueden obtener por métodos tales como, pero sin limitar, disolviendo partículas de sólido cristalino del clatrato de sólido-gas en agua u otro disolvente a temperatura adecuada, o poniendo en contacto una disolución de α -ciclodextrina con un gas a temperatura y presión adecuadas.

El clatrato de sólido-gas preferiblemente tiene una estructura de partículas sustancialmente no porosas. El contenido de gas en el clatrato de α -ciclodextrina-gas es suficiente para proporcionar al menos 10 centímetros cúbicos de gas liberado por gramo de clatrato de α -ciclodextrina-gas.

En otra forma más, el componente gaseoso del clatrato de sólido-gas se puede seleccionar del grupo que consiste en óxido nitroso (N_2O), dióxido de carbono (CO_2), nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), dióxido de azufre (SO_2), hidrógeno (H_2), helio (He), neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr), xenón (Xe), acetileno (C_2H_2), etileno (C_2H_4), metano (CH_4), etano (C_2H_6), propano (C_3H_8), butano (C_4H_{10}), y combinaciones de los mismos.

En otra forma más, el clatrato de sólido-gas se puede combinar con un ingrediente estabilizador de espuma. El ingrediente estabilizador de espuma se selecciona preferiblemente del grupo que consiste en un tensioactivo, una proteína, una proteína hidrolizada, una sustancia proteínica, un hidrocoloide, y combinaciones de los mismos.

El producto alimenticio gasificado preparado de acuerdo con la presente invención se selecciona preferiblemente de los siguientes: un producto sólido, un producto en partículas, un producto líquido, un producto gelificado, una bebida, un producto cosmético, un fármaco, un producto farmacéutico y combinaciones de los mismos. En una forma, el producto alimenticio puede comprender una mezcla seca, una disolución líquida, una masa, una pasta, un producto horneado, un producto listo para consumir, un producto listo para calentar, un concentrado líquido, una bebida, una bebida congelada, y un producto congelado.

El clatrato de sólido-gas está presente en una cantidad de 1% en peso a 50% en peso del producto alimenticio. El producto alimenticio preferiblemente comprende al menos uno del grupo que consiste en estructura espumada, espuma, efervescencia, burbujas, esponjamiento, fermentación, levado, textura aireada, y combinaciones de los mismos.

De acuerdo con el método de la presente invención, proporcionar un producto alimenticio con el clatrato de sólido-gas incorporado en el mismo, preferiblemente comprende combinar el producto alimenticio con un clatrato de sólido-gas preformado y/o formar el clatrato de sólido-gas en el sitio en el producto alimenticio. La aplicación de una fuerza desestabilizadora al producto alimenticio para liberar las moléculas de gas del clatrato de sólido-gas en el producto alimenticio, preferiblemente comprende al menos uno de los siguientes: reconstituir el producto alimenticio en un líquido caliente, calentar el producto alimenticio, poner en contacto el producto alimenticio con un catalizador, aplicar energía ultrasónica al producto alimenticio, aplicar una fuente de energía electromagnética al producto alimenticio, y combinaciones de los mismos.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra imágenes de microscopía óptica de cristales de clatrato de α -ciclodextrina-CO₂ obtenidos del procedimiento descrito en el ejemplo 1, con un aumento 20X en aceite mineral usando luz visible.

5 La figura 2 muestra imágenes de microscopía óptica de clatrato de α -ciclodextrina-CO₂ con un aumento 10X y 20X en aceite mineral usando luz visible (panel A) y usando luz polarizada (panel B).

Descripción detallada de la invención

10 La presente invención proporciona un producto alimenticio gasificado que comprende un clatrato de sólido-gas. Como se usa en esta memoria, los clatratos de sólido-gas son sólidos cristalinos y/o cristales moleculares que comprenden una o más moléculas de gas de una composición química, atrapadas de forma reversible entre y/o dentro de una o más moléculas sólidas de una composición química diferente.

15 No todas las moléculas de gas encajan de forma compatible dentro de los huecos o cavidades que aparecen en los sólidos cristalinos o cristales moleculares, y no todos los tipos de sólidos pueden formar clatratos de sólido-gas o cristales moleculares. Por consiguiente, la composición química específica y el tamaño, forma y polaridad correspondientes de las moléculas de gas y características similares de las moléculas de sólido, determinan si un clatrato de sólido-gas se puede formar y también determinan la relación de sólido a gas en el clatrato. Para algunos sólidos puede ser necesaria la presencia de una o más moléculas de gas que tengan composición química específica para que cristalicen, y la presencia de moléculas de gas puede alterar las propiedades físicas del sólido, tales como la solubilidad en agua u otro disolvente, y por lo tanto puede ayudar a la cristalización y recuperación de clatratos de sólido-gas de mezclas o disoluciones. Por ejemplo, poner en contacto moléculas de CO₂ o N₂O gaseosas con una disolución acuosa de α -ciclodextrina en condiciones adecuadas de presión y temperatura puede producir la formación de cristales moleculares en la disolución que comprende moléculas de gas atrapadas de forma reversible en la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina individuales y la típica reducción de solubilidad resultante de la α -ciclodextrina puede producir la supersaturación y cristalización de clatratos de α -ciclodextrina-CO₂ o α -ciclodextrina-N₂O en la disolución. Además de la presencia de moléculas de CO₂ o N₂O gaseosas atrapadas dentro de la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina individuales que comprende el clatrato de sólido-gas cristalino, la red cristalina también puede contener moléculas de CO₂ o N₂O gaseosas adicionales que ocupan huecos uniformes de tamaño adecuado, que en general tienen un volumen solo ligeramente mayor que el volumen de las moléculas de gas individuales, que pueden aparecer entre unidades adyacentes de clatrato de α -ciclodextrina-CO₂ o α -ciclodextrina-N₂O, o grupos de los mismos que forman celdas unidad, que comprenden la red cristalina del clatrato de sólido-gas. Sin embargo, todas o una mayoría de las moléculas de CO₂ o N₂O gaseosas que comprende el clatrato de sólido-gas cristalino, están atrapadas dentro de la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina del mismo.

20 Los clatratos de sólido-gas preferidos para usar en la presente invención son clatratos de α -ciclodextrina-gas y derivados de los mismos. Como se usa en esta memoria, los clatratos de α -ciclodextrina-gas son sólidos cristalinos y/o cristales moleculares que comprenden una o más moléculas de gas atrapadas de forma reversible entre y/o dentro de una o más moléculas sólidas de α -ciclodextrina o un derivado de la misma. El clatrato de sólido-gas preferiblemente tiene una estructura en partículas sustancialmente no porosa. Por consiguiente, el clatrato de sólido-gas preferiblemente carece prácticamente, o más preferiblemente, carece completamente de poros cerrados o huecos internos del tipo que aparecen generalmente en composiciones espumantes de hidratos de carbono amorfos, tal como se describe en las patentes de EE.UU. n° 6.713.113 y 6.953.592, y publicación de solicitud de patente de EE.UU. n° 2006/0040034. Cualquier aparición de poros cerrados o huecos internos en el clatrato de sólido-gas es incidental y no contribuye significativamente al contenido de gas atrapado de estas composiciones.

25 La presente invención proporciona un producto alimenticio gasificado que comprende un clatrato de α -ciclodextrina-gas, en el que el contenido de gas del clatrato es al menos 10 cc/g. El contenido de gas del clatrato puede ser de hasta aproximadamente 20 cc/g. El contenido de gas del clatrato de sólido-gas se expresa en esta memoria a presión atmosférica y temperatura ambiente, medido mezclando el clatrato con un ingrediente espumante tal como un polvo de proteína y midiendo el volumen, densidad y temperatura de la espuma producida cuando se disuelve en agua caliente.

30 En una forma, el clatrato de α -ciclodextrina-gas puede incluir cristales moleculares en los que las moléculas de gas individuales están atrapadas en moléculas de α -ciclodextrina individuales.

35 Los cristales moleculares pueden aparecer, por ejemplo, cuando, en ausencia de una fuerza desestabilizadora, se disuelve un clatrato de α -ciclodextrina-gas en un líquido a una temperatura inferior a la temperatura de descomposición del clatrato de α -ciclodextrina-gas para así dispersar moléculas que comprenden el clatrato cristalino en el líquido mientras que retienen moléculas de gas dentro de la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina. Por ejemplo, se pueden disolver cristales de clatrato de α -ciclodextrina-N₂O o α -ciclodextrina-CO₂ en agua a temperatura ambiente y después calentar la disolución que contiene cristales moleculares por encima de la temperatura de descomposición del clatrato y/o someter a otra fuerza desestabilizadora para promover la liberación

de moléculas de CO₂ o N₂O gaseosas de la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina-N₂O o α -ciclodextrina-CO₂ disueltas.

5 También se pueden formar cristales moleculares en el sitio por presurización de un producto alimenticio con un gas. Por ejemplo, un producto alimenticio a temperatura ambiente que comprende una disolución de α -ciclodextrina se puede presurizar con N₂O eficazmente para atrapar moléculas de N₂O dentro de la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina disueltas.

10 Los clatrato de α -ciclodextrina-gas cristalinos típicamente tienen una relación estequiométrica característica de sólido a gas bien definida, determinada por varios factores que pueden incluir la composición química, tamaño molecular, polaridad molecular, estructura cristalina, densidad cristalina y/o método de fabricación. Los clatratos de α -ciclodextrina-gas de esta invención pueden incluir una cantidad minoritaria de componentes sin reaccionar, sin formar complejo o sin cristalizar que pueden alterar la relación característica de sólido a gas de los clatratos de α -ciclodextrina-gas. Algunos clatratos de α -ciclodextrina-gas pueden ser inestables a temperatura y presión superficial ambiente, mientras que otros son estables o relativamente estables en condiciones ambiente.

15 Los clatratos de α -ciclodextrina-gas cristalinos de esta invención pueden comprender formas relativamente estables que se pueden combinar, tal como por mezcla en seco, con una composición alimenticia y/o formas relativamente inestables que se pueden formar en el sitio, tal como aumentando la presión de gas y/o reduciendo la temperatura de una composición alimenticia.

20 El componente sólido que forma el clatrato de sólido-gas preferiblemente es α -ciclodextrina o un derivado de la misma, incluyendo, por ejemplo, una α -ciclodextrina sustituida tal como una α -ciclodextrina alquilada, acilada o glicosilada, incluyendo, pero sin limitar, α -ciclodextrina sustituida con metilo, etilo o propilo. El componente gaseoso que forma el clatrato de sólido-gas se selecciona preferiblemente de óxido nitroso (N₂O) y dióxido de carbono (CO₂), sin embargo, otros componentes gaseosos adecuados pueden incluir, por ejemplo, un compuesto orgánico o inorgánico o elemento químico, seleccionados de nitrógeno (N₂), oxígeno (O₂), dióxido de azufre (SO₂), hidrógeno (H₂), un gas noble tal como helio (He), neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr), o xenón (Xe), un hidrocarburo tal como acetileno (C₂H₂), etileno (C₂H₄), metano (CH₄), etano (C₂H₆), propano (C₃H₈), butano (C₄H₁₀), y similares, o cualquier combinación de los mismos. Aunque no todos estos gases pueden formar clatratos de sólido-gas con α -ciclodextrina, cambios en las dimensiones y/o la polaridad de la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina, o cambios en la dimensión de huecos o cavidades entre moléculas adyacentes de α -ciclodextrina en la red cristalina, que resultan de la derivatización de la α -ciclodextrina, pueden permitir la formación de clatrato.

30 De acuerdo con un aspecto, la presente invención proporciona productos alimenticios gasificados incluyendo, por ejemplo, una mezcla en polvo, tal como una mezcla de café, una mezcla de cacao, una mezcla de té, una mezcla de bebida nutricional, una mezcla de aderezo, una mezcla de postre, una mezcla de salsa, una mezcla de sopa, una mezcla de pan, una mezcla de tarta, una mezcla de pasta, una mezcla de gofre y/o una mezcla de masa de pizza, producto horneado, tal como pan, un pastel, una pasta, un gofre y/o una masa de pizza, un producto listo para consumir, un producto listo para calentar o concentrado líquido de un producto, tal como café, cacao, té, o bebida nutricional, bebida refrigerada o congelada, aderezo, postre, salsa o sopa, masa o pasta lista para hornear, refrigerada o congelada, salsa lista para comer o lista para calentar, sopa, cereal caliente y similares, que comprenden un clatrato de α -ciclodextrina-gas.

40 El clatrato de α -ciclodextrina-gas está presente en una cantidad de 1% en peso a 50% en peso del producto alimenticio, más preferiblemente en una cantidad de aproximadamente 5% en peso a aproximadamente 40% en peso del producto alimenticio, y lo más preferiblemente en una cantidad de aproximadamente 10% en peso a aproximadamente 30% en peso del producto alimenticio. La cantidad y composición del clatrato de α -ciclodextrina-gas usado en un producto alimenticio se puede ajustar para proporcionar una cantidad deseada de estructura espumada, espuma, efervescencia, burbujas, esponjamiento, fermentación, levado, textura aireada, densidad, sabor, aroma u otros atributos.

50 Los clatratos de α -ciclodextrina-gas de esta invención se pueden hacer usando cualquier medio adecuado incluyendo, pero sin limitar, poner en contacto una disolución de α -ciclodextrina con un gas de una forma eficaz para precipitar y recuperar cristales de clatrato, o poner en contacto un producto alimenticio que comprende una α -ciclodextrina disuelta con un gas, de cualquier forma eficaz para producir un clatrato en el sitio. La concentración de la α -ciclodextrina disuelta en la disolución, la temperatura de la disolución, presión del gas y volumen relativo de gas respecto a la disolución, se pueden controlar para afectar a la velocidad y extensión de la formación y recuperación del clatrato de α -ciclodextrina-gas. En general, aumentar la presión de un gas en contacto con una disolución que comprende una α -ciclodextrina disuelta aumentará la concentración del gas disuelto y puede aumentar la velocidad y extensión de la formación y recuperación del clatrato de α -ciclodextrina-gas. También se pueden usar otras técnicas conocidas, incluyendo la siembra de cristal o el uso de métodos o dispositivos de nucleación, que se usan normalmente para facilitar la cristalización de los sólidos, en la producción de los clatratos de α -ciclodextrina-gas de esta invención.

La solubilidad de la α -ciclodextrina en disolución en general aumenta con el aumento de temperatura y la cantidad

de clatrato de α -ciclodextrina-gas recuperado se puede aumentar calentando una disolución de α -ciclodextrina antes, durante o después de ponerla en contacto con el gas para aumentar de forma beneficiosa la concentración de los sólidos disueltos en la disolución. Opcionalmente, se puede enfriar una disolución de α -ciclodextrina después de ponerla en contacto con gas para reducir la solubilidad del clatrato de α -ciclodextrina-gas en disolución para
 5 aumentar la velocidad o extensión de formación o recuperación del clatrato de α -ciclodextrina-gas. Además, se puede añadir gas adicional a una disolución de α -ciclodextrina, tal como aumentando la presión de gas aplicada, para sustituir al menos algo del gas en el espacio de cabeza encima de la disolución y/o disuelto en la disolución para compensar al menos parcialmente el gas perdido o secuestrado por la α -ciclodextrina como resultado de la formación o cristalización del clatrato de α -ciclodextrina-gas.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para preparar un producto alimenticio gasificado que comprende un clatrato de α -ciclodextrina-gas. El clatrato de α -ciclodextrina-gas puede ser poco soluble en agua u otro líquido reconstituyente y puede no liberar el gas rápida o completamente salvo que se caliente a una temperatura de o superior a una temperatura de descomposición característica del clatrato de α -ciclodextrina-gas. Por lo tanto, el producto alimenticio que comprende un clatrato de α -ciclodextrina-gas se puede
 15 calentar por encima de la temperatura de descomposición, es decir, por encima de 50°C, más preferiblemente por encima de aproximadamente 60°C, y lo más preferiblemente por encima de aproximadamente 70°C, para promover la disolución o descomposición del clatrato de α -ciclodextrina-gas y aumentar la velocidad o extensión del gas liberado del clatrato de α -ciclodextrina-gas en o a través del producto alimenticio.

Los métodos adecuados para liberar gas del clatrato de α -ciclodextrina-gas incluyen, pero sin limitar, calentar directa o indirectamente un producto alimenticio que comprende un clatrato de α -ciclodextrina-gas usando un hornillo, placa de cocina, horno, horno de microondas o tostador, reconstituir el producto alimenticio en un disolvente caliente adecuado (p. ej., agua, leche u otro líquido calientes), poner en contacto el producto alimenticio con un catalizador tal como una enzima hidrolítica, o someter el producto alimenticio a otra fuerza desestabilizadora tal como energía ultrasónica o una fuente de energía electromagnética, o reconstituir el producto alimenticio en un disolvente frío
 25 adecuado (p. ej., agua, leche u otro líquido fríos) y después someter el producto alimenticio a calor, un catalizador, una fuerza desestabilizadora, o combinación de los mismos. Como se usa en el presente documento, "caliente" se refiere a una temperatura de o superior a la temperatura de descomposición del clatrato de α -ciclodextrina-gas, y "frío" se refiere a una temperatura inferior a la temperatura de descomposición del clatrato de α -ciclodextrina-gas. Como se usa en el presente documento, "descomposición" se refiere a cualquier cambio físico o químico producido en el clatrato de α -ciclodextrina-gas eficaz para promover una liberación de gas parcial o completa del mismo. Por ejemplo, los cambios físicos incluyen, pero son limitar, excitación térmica producida por la reconstitución del clatrato de α -ciclodextrina-gas en un líquido caliente o por calentamiento eficaz para liberar moléculas de gas de la cavidad interna de las moléculas de α -ciclodextrina, y los cambios químicos incluyen, pero sin limitar, someter el clatrato de α -ciclodextrina-gas a un catalizador tal como una enzima o un ácido fuerte, eficaz para hidrolizar las moléculas de α -ciclodextrina que comprende el clatrato de α -ciclodextrina-gas, produciendo la eliminación de la cavidad interna y liberación de gas del mismo.
 30

En otra forma, el clatrato de α -ciclodextrina-gas opcionalmente se puede recubrir, encapsular, formar comprimido o aglomerar usando cualquier medio adecuado y materiales para alterar beneficiosamente su forma, sabor, aspecto, funcionalidad, disolución o dispersión característicos, o la vida en anaquel del producto alimenticio. El clatrato de α -ciclodextrina-gas preferiblemente se combina con un ingrediente estabilizador de espuma tal como, pero sin limitar, un tensioactivo, una proteína, una proteína hidrolizada, una sustancia proteínica, un hidrocoloide, o una combinación de los mismos, usando cualquier medio adecuado tal como, pero sin limitar, mezcla en seco, recubrimiento, encapsulación, formación de comprimidos o aglomeración, eficaz para aumentar la cantidad de o prolongar la duración de la estructura espumosa, espuma, efervescencia, burbujas, esponjamiento, fermentación, levado o
 45 textura aireada del producto alimenticio. Los tensioactivos adecuados incluyen, pero sin limitar, saponinas, polisorbatos, ésteres de sacarosa, fosfolípidos, mono o diglicéridos, estearoil-lactilato de sodio o calcio, alginato de propilenglicol, almidones modificados, emulsionantes, y similares, y combinaciones de los mismos. Las proteínas adecuadas incluyen proteínas naturales, fraccionadas o modificadas tales como, pero sin limitar, las obtenidas de cualquiera de leche, soja, huevo, gelatina, trigo, verdura, legumbre, grano, fruta, u otra fuente, y combinaciones de los mismos. Las proteínas hidrolizadas adecuadas incluyen, pero sin limitar, leche, soja, huevo, gelatina, trigo, verdura, legumbre, grano, fruta, u otra fuente hidrolizados, y combinaciones de los mismos. Las sustancias proteínicas adecuadas incluyen, pero sin limitar, melanoidinas y péptidos. Las melanoidinas son compuestos químicos típicamente formados por reacción térmica de azúcares o hidratos de carbono con proteínas o aminoácidos, tal como compuestos producidos por reacciones de amarramiento no enzimáticas de tipo Maillard.
 50 Están presentes en muchos alimentos asados o tostados y productos derivados de los mismos, tales como polvos de café soluble. Los péptidos incluyen cualquier proteína hidrolizada o cualquier polímero de aminoácidos natural o sintético comestible, que tenga peso molecular demasiado bajo para ser considerado generalmente proteína. Los hidrocoloides adecuados incluyen, peso sin limitar, gomas derivadas de fuentes vegetales (p. ej., alginatos, carragenanos, pectinas, goma arábica, goma guar y similares), gomas derivadas de microbios (p. ej., goma de xantano, y similares) y productos de celulosa modificados (p. ej., carboximetilcelulosa, hidroxipropilcelulosa, y similares), polisacáridos, y combinaciones de los mismos. El clatrato de sólido-gas también se puede combinar con un ingrediente de unión o ingrediente de carga para facilitar la formación del comprimido. Los ingredientes de unión
 60

o carga adecuados incluyen, pero sin limitar, hidratos de carbono tales como azúcares, alcoholes de azúcar, maltodextrinas, almidones, almidones modificados, celulosa microcristalina, y similares, sales de ácidos grasos tales como estearato magnésico, proteínas tales como polvos de leche, ceras, fosfolípidos tales como lecitina y combinaciones de los mismos.

- 5 Los siguientes ejemplos se dirigen a ilustrar la invención y no a limitarla. Salvo que se indique otra cosa, todos los porcentajes y relaciones son en peso.

Ejemplo 1. Este ejemplo ilustra la preparación de un clatrato de α -ciclodextrina-CO₂ cristalino y su uso en una mezcla de capuchino instantáneo para proporcionar un aumento significativo en el volumen de espuma cuando se reconstituye con agua caliente.

- 10 Se preparó una disolución acuosa disolviendo 84 g de α -ciclodextrina en 700 g de agua destilada a temperatura ambiente y después la disolución se transfirió a un recipiente a presión de acero inoxidable de 1,3 litros. El recipiente se cerró herméticamente y el espacio de cabeza encima de la disolución se presurizó a 3,4 MPa (500 psi) con dióxido de carbono gaseoso. Después de 7 días a una temperatura superior a 25°C, el recipiente se abrió y se obtuvo una masa grande de cristales blancos que habían precipitado en la disolución acuosa. La mezcla se filtró a través de papel en un embudo Buchner y los cristales se lavaron con varios volúmenes de agua helada para disolver y separar la α -ciclodextrina residual que no formaba complejo. Los cristales se pusieron en un desecador durante 1 día a temperatura ambiente para separar la humedad superficial. Los cristales resultantes se muestran en la fotografía en la figura 1.

- 20 Se mezclaron en seco por separado pequeñas cantidades (1,5 g y 3,0 g) de los cristales con una mezcla de capuchino instantánea (11,5 g total; que consistió en café en polvo soluble (2 g), azúcar (4 g), sustituto de leche en polvo espumante que contiene proteína láctea (3 g) y blanqueador de café (2,5 g)), se transfirieron a vasos de precipitados de 250 ml (diámetro interno de 65 mm) y se reconstituyeron con 150 ml de agua caliente (88°C). Se registraron las alturas de espuma frente a una mezcla de referencia preparada de forma similar sin cristales añadidos. Las alturas de espuma iniciales (medidas a lo largo de las paredes de los vasos de precipitados) eran 11 mm para la mezcla de referencia (sin cristales añadidos) frente a 26 mm y 36 mm, respectivamente, para mezclas que contenían 1,5 g y 3,0 g de cristales. Los cristales se disolvieron rápidamente y liberaron el gas tras la reconstitución en agua caliente para proporcionar las alturas de espuma potenciadas indicadas. Era evidente una sensación y sabor de carbonatación en ambas bebidas cuando se probaron, en especial en las espumas de las bebidas. El mismo lote de cristales se almacenó en una jarra de vidrio herméticamente cerrada a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) y se evaluaron de forma similar después de dos meses usando los mismos ingredientes de la mezcla de capuchino y todavía proporcionaron aumentos comparables de la altura de espuma frente a la misma mezcla de referencia.

- 35 El contenido de gas del clatrato de α -ciclodextrina-gas cristalino se determinó midiendo el volumen aproximado, densidad y temperatura de la espuma de la bebida producida en la mezcla de capuchino reconstituida comparado con la mezcla de capuchino de referencia. Se encontró que el contenido de gas era aproximadamente 19 cc/g (corregido a temperatura y presión ambientes); esto es comparable con el contenido de gas de las composiciones espumantes de sólido amorfo descritas en los ejemplos 2 y 3 de la publicación de solicitud de patente de EE.UU. n° 2006/0040034.

- 40 Ejemplo 2. Este ejemplo ilustra combinaciones compatibles de ciclodextrinas y gases usadas para la fabricación de clatrato cristalino. Disoluciones acuosas de ciclodextrina a temperatura ambiente (aproximadamente 25°C) casi saturadas, se cerraron herméticamente en el recipiente a presión del ejemplo 1, y el espacio de cabeza encima de la disolución se presurizó a 3,4 MPa (500 psi) con gases seleccionados. Los gases ensayados por separado incluían dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), nitrógeno (N₂) y argón (Ar). Después de 3 días a temperatura ambiente, cada recipiente se despresurizó y se abrió para recuperar cualquier complejo que se hubiera formado y precipitado en la disolución en forma de clatrato blanco cristalino. Los clatratos se filtraron, se lavaron y se desecaron usando los métodos del ejemplo 1. El uso de combinaciones incompatibles de ciclodextrina y gas no produjo una cantidad significativa de precipitado o cambio visible de aspecto de las disoluciones de ciclodextrina. La tabla 1 resume los experimentos y resultados. Las presiones de gas finales listadas son aproximadas y estaban afectadas por la disolución parcial de gas en las disoluciones así como por el secuestro de gas en los clatratos formados, incluyendo tanto clatratos cristalinos precipitados como cristales moleculares disueltos.

Tabla 1

Tipo de ciclodextrina/Peso (g)	Volumen de agua (ml)	Gas	Presión final del gas MPa (psi)	Clatrato cristalino formado	Rendimiento (g)
Alfa / 84	700	CO ₂	2,2 (325)	Si	42
Alfa / 81	675	N ₂ O	2,8 (400)	Si	43
Alfa / 84	700	N ₂	3,4 (500)	No	-
Alfa / 6	50	Ar	3,4 (500)	No	-
Beta / 0,6	60	CO ₂	3,1 (450)	No	-
Beta / 0,5	50	Ar	3,4 (500)	No	-
Gamma /13	60	CO ₂	3,1 (450)	No	-
Gamma /10	50	Ar	3,4 (500)	No	-

5 Ejemplo 3. Este ejemplo demuestra la utilidad del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O del ejemplo 2 como agente gasificante para aumentar la cantidad de espuma en una bebida de capuchino caliente instantáneo. La sustitución del clatrato de α -ciclodextrina-CO₂ del ejemplo 1 con pesos comparables (es decir, 1,5 g y 3,0 g) del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O en la mezcla de capuchino del ejemplo 1, produjo alturas de espuma comparables a las descritas en el ejemplo 1, cuando las mezclas se reconstituyeron de forma similar. Los cristales de clatrato de α -ciclodextrina-N₂O se disolvieron rápidamente y liberaron el gas tras reconstitución para proporcionar las alturas de espuma potenciadas observadas. Como en el ejemplo 1, la proteína láctea presente en el sustituto de leche en polvo
10 espumante funcionaba como un estabilizador de espuma eficaz. La sustitución del clatrato en la mezcla de capuchino con pesos iguales de α -ciclodextrina no complejada no aumentó significativamente los volúmenes de espuma con respecto a la mezcla de control preparada sin añadir clatrato o ciclodextrina. Las bebidas formuladas con el clatrato de α -ciclodextrina-N₂O tenían un sabor excelente y carecían beneficiosamente del sabor y sensación de carbonatación producidos por el clatrato de α -ciclodextrina-CO₂ del ejemplo 1.

15 Ejemplo 4. Este ejemplo demuestra la estabilidad mejorada del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O del ejemplo 2 comparado con un agente espumante no proteínico producido de acuerdo con los métodos descritos en la publicación de solicitud de patente de EE.UU. n° 2006/0040034 para proporcionar un polvo de hidrato de carbono basado en maltodextrina compuesto de partículas que tienen una pluralidad de huecos internos que contienen gas nitrógeno presurizado atrapado. Se expusieron por separado muestras (2,0 g) de ambos a una atmósfera de aire a
20 temperatura ambiente y 100% de humedad relativa durante 15 h y después se añadieron por separado a mezclas de capuchino idénticas compuestas de 2 g de café soluble, 4 g de azúcar, y 6 g de sustituto de leche en polvo espumante. Las mezclas se reconstituyeron de acuerdo con el método del ejemplo 1. Las mezclas de referencia se prepararon y se evaluaron de forma similar usando muestras de 2,0 g de los mismos ingredientes que no se habían expuesto al aire humidificado. Ambos ingredientes contenían originalmente aproximadamente 19 cc/g de contenido de gas (temperatura y presión ambientes), suficiente para más del doble de la altura de espuma obtenida con una
25 mezcla de capuchino de control formulada sin espumante no proteínico ni clatrato. La exposición del espumante en polvo al aire humidificado aumentó su contenido de humedad en 13% en peso y produjo colapso y agregación extensos dando como resultado la formación de una masa sólida pegajosa. La evaluación de la mezcla de capuchino puso de manifiesto que este tratamiento producía una pérdida de 100% del gas presurizado atrapado y la espumabilidad relacionada. En cambio, la exposición del clatrato a aire humidificado aumentó su contenido de
30 humedad en solo 5% en peso sin cambio visible de aspecto del polvo todavía fluido. La evaluación de la mezcla de capuchino puso de manifiesto que este tratamiento producía una pérdida de contenido gas y espumabilidad relacionada de sólo aproximadamente 25%. Por consiguiente, se espera que el clatrato proporcione una resistencia mucho mayor a la reducción o pérdida perjudicial de gas y espumabilidad, causadas por la exposición al aire húmedo durante el almacenamiento y/o uso del consumidor, en especial, en alimentos envasados a granel u otros
35 productos de consumo que pueden estar sometidos a aperturas periódicas repetitivas.

Ejemplo 5. Este ejemplo demuestra diferencias claras en las propiedades físicas entre los clatratos de α -ciclodextrina-CO₂ y de α -ciclodextrina-N₂O del ejemplo 2 y el espumante no proteínico del ejemplo 4. La forma, estructura y sección transversal de las partículas, y la presencia de huecos internos en las partículas o birrefringencia de las partículas se evaluaron usando microscopía. Las densidades fluida, compactada y de esqueleto, volumen de huecos internos, y contenido de gas, se determinaron usando los mismos métodos descritos en la publicación de solicitud de patente de EE.UU. n° 2006/0040034. El contenido de gas se calculó midiendo el aumento de altura de espuma producido por adición de espumante o clatrato a la mezcla de capuchino del ejemplo 1, usando el diámetro, densidad de espuma y temperatura conocidos, para obtener valores aproximados presentados en esta memoria, expresados a temperatura y presión ambientes. La tabla 2 resume estas propiedades y distingue claramente los clatratos de esta invención de los espumantes no proteínicos y otros espumante amorfos descritos en la técnica anterior. N/A indica que una propiedad no es aplicable o es esencialmente inmedible. Las imágenes de microscopía óptica adjuntas del clatrato de α -ciclodextrina-CO₂ muestran claramente la presencia de una estructura cristalina bien definida y la birrefringencia asociada. Las imágenes mostradas en la figura 2 se obtuvieron con un aumento de 10x y 20x usando luz visible (panel A) y usando luz polarizada (panel B).
50

Tabla 2

Propiedad física	Espumante N ₂ no proteínico	Clatrato de α -ciclodextrina-CO ₂	Clatrato de α -ciclodextrina-N ₂ O
Color del polvo	Blanquecino	Blanco	Blanco
Aspecto de las partículas	Opaco	Traslúcido	Traslúcido
Forma general de las partículas	Esférica	Angular	Angular
Birrefringencia de las partículas	Ausente	Presente	Presente
Estructura de las partículas	Amorfa	Cristalina	Cristalina
Sección transversal de las partículas	Sólido espumado	Sólido	Sólido
Densidad fluida	0,39 g/cc	0,54 g/cc	0,54 g/cc
Densidad compactada	0,51 g/cc	0,71 g/cc	0,71 g/cc
Densidad de esqueleto	1,1 g/cc	1,5 g/cc	1,5 g/cc
Huecos internos de las partículas	Presentes	Ausentes	Ausentes
Tamaño de los huecos típicos	0,5-50 μ m	N/A	N/A
Volumen de los huecos internos	27%	N/A	N/A
Contenido de gas en el polvo	19 cc/g	19 cc/g	19 cc/g
Estado del gas atrapado	Comprimido	Complejado	Complejado
Movilidad del gas atrapado	Móvil	Inmóvil	Inmóvil
Contenido de gas ajustable	Si	No	No
Tamaño de la cavidad de ciclodextrina	N/A	0,5 nm	0,5 nm
Tamaño del hueco o cavidad	Distribución amplia	Uniforme	Uniforme

5 Ejemplo 6. Este ejemplo demuestra la utilidad del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O del ejemplo 2 como agente gasificante para aumentar la cantidad de espuma en una bebida instantánea de cacao caliente. Se añadieron 5 g de clatrato a 28 g de una mezcla de cacao instantáneo edulcorada comercial que contenía suero en polvo y leche en polvo no grasa y se reconstituyó con 150 ml de agua caliente (88°C) en un vaso de precipitados de 250 ml. La bebida produjo 32 mm de espuma comparado con 6 mm de espuma en una mezcla de referencia reconstituida de forma similar, que contenía el mismo peso de α -ciclodextrina no complejada en lugar del clatrato. Los cristales de clatrato se disolvieron rápidamente y liberaron el gas tras reconstitución para proporcionar le altura de espuma potenciada indicada. Las proteínas presentes en el suero y la leche en polvo no grasa funcionaron como estabilizadores de espuma eficaces. La bebida formulada con el clatrato de α -ciclodextrina-N₂O tenía un sabor y aspecto excelentes.

15 Ejemplo 7. Este ejemplo demuestra la utilidad del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O del ejemplo 2 como un agente gasificante para aumentar la cantidad de espuma en una bebida de café exprés caliente instantánea. Cuando se añadieron 2 g de clatrato de α -ciclodextrina-N₂O a 3 g de café soluble en polvo que contenía estabilizadores de espuma naturales (incluyendo melanoidinas) y se reconstituyeron con 100 ml de agua caliente (88°C) en un vaso de precipitados de 150 ml, se obtuvo una altura de espuma de 18 mm. Una mezcla de control sin clatrato añadido produjo solo 8 mm de espuma cuando se evaluó de forma similar. Los cristales de clatrato de α -ciclodextrina-N₂O se disolvieron rápidamente y liberaron gas tras reconstitución para proporcionar la altura de espuma potenciada indicada. La sustitución del clatrato en la mezcla de capuchino con un peso igual de α -ciclodextrina no complejada no aumentó significativamente el volumen de espuma con respecto a la mezcla de control. La bebida formulada con el clatrato de α -ciclodextrina-N₂O tenía una espuma de burbujas finas de color claro deseable y un excelente sabor.

25 Ejemplo 8. Este ejemplo demuestra la utilidad del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O del ejemplo 2 como un agente de fermentación de masa para aumentar la cantidad de levado en una masa de pizza horneada. Se preparó una masa combinando aproximadamente 100 g de harina de trigo, 5 g de clatrato y 50 g de agua en una mezcladora. Se preparó una masa de referencia sustituyendo el clatrato por un peso igual de α -ciclodextrina no complejada. Las masas se dividieron en porciones de 75 g y se formaron círculos aproximados con grosor y diámetro similares y se hornearon juntos en un horno precalentado a 204,4°C (400°F) durante 30 minutos. El análisis de volumen de las masas horneadas indicaba que la masa formulada con clatrato aumentó el levado en 22% con respecto a la masa de referencia formulada con α -ciclodextrina no complejada. La masa horneada formulada con clatrato tenía una estructura de espuma interna bien definida y excelentes sabor y aspecto. Las proteínas presentes en la harina de trigo funcionaron como estabilizadores de espuma eficaces. El levado potenciado logrado en la masa formulada con clatrato era comparable con el obtenido por el uso normal de levadura en polvo y proporcionaba una masa horneada de pizza que tenía un contenido de sodio beneficiosamente inferior.

35 Ejemplo 9. Este ejemplo demuestra la utilidad del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O del ejemplo 2 como agente gasificante para aumentar la cantidad de espuma en bebidas de café calientes preparadas a partir de concentrados líquidos. Se preparó un concentrado de café exprés líquido disolviendo 4 g de café soluble en polvo que contenía ingredientes estabilizadores de espuma naturales (incluyendo melanoidinas) y 2 g de clatrato de α -ciclodextrina-N₂O

del ejemplo 2 en 6 g de agua a temperatura ambiente en un vaso de precipitados de 250 ml. Parecía que la mayor parte del clatrato no se disolvía y formó una capa de sedimento en la parte inferior del vaso de precipitados. Después de aproximadamente 1 min, se añadieron 94 ml de agua caliente (88°C) al vaso de precipitados para disolver el clatrato y reconstituir el concentrado de café exprés con una fuerza adecuada para el consumo. Se obtuvo una capa de espuma continua de burbujas pequeñas que tenía una altura de aproximadamente 14 mm en la parte superior de una bebida que tenía una altura de 30 mm. Un producto de referencia que se formuló y preparó de forma similar, pero en el que se sustituía el clatrato de α -ciclodextrina-N₂O por 2 g de α -ciclodextrina no complejada, produjo una capa de espuma de burbujas grandes que tenía una altura de aproximadamente 6 mm (medida en la pared del vaso de precipitados) que no cubrió completamente la superficie de la bebida que tenía 32 mm. Se preparó un concentrado de capuchino líquido disolviendo 2 g del mismo café soluble en polvo, 3 g de clatrato de α -ciclodextrina-N₂O del ejemplo 2 y 6 g de leche en polvo desnatada secada por atomización en 18 g de agua a temperatura ambiente en un vaso de precipitados de 250 ml. Al parecer la mayor parte del clatrato no se disolvía y formó una capa de sedimento en la parte inferior del vaso de precipitados. Después de aproximadamente 1 min, se añadieron 132 ml de agua caliente (88°C) al vaso de precipitados para disolver el clatrato y reconstituir el concentrado de capuchino a una fuerza adecuada para el consumo. Se obtuvo una capa de espuma continua de burbujas pequeñas que tenía una altura de 10 mm en la parte superior de una bebida que tenía una altura de 49 mm. Un producto de referencia que se formuló y preparó de forma similar, pero en el que se sustituía el clatrato de α -ciclodextrina-N₂O por 3 g de α -ciclodextrina no complejada, produjo una capa de espuma de burbujas medias/grandes que tenía una altura de aproximadamente 5 mm (medido en la pared del vaso de precipitados) que no cubría completamente la superficie de la bebida que tenía 51 mm de altura. Durante la preparación de los productos de bebidas gasificadas tanto de café exprés como de capuchino, resultó que no se liberó o se liberó poco gas, en forma de burbujas visibles o espuma, del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O hasta que se añadió agua caliente para reconstituir los concentrados de bebidas líquidas. El uso del clatrato de α -ciclodextrina-N₂O en lugar de pesos iguales de α -ciclodextrina no complejada duplicó al menos la altura y el volumen de la espuma producida en los productos de bebida de café exprés y capuchino gasificados con respecto a los productos de referencia correspondientes. Los productos de bebida de café exprés y capuchino gasificados formulados con el clatrato de α -ciclodextrina-N₂O tenían excelentes sabor y aspecto.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un producto alimenticio gasificado que comprende de 1% en peso a 50% en peso de un clatrato de sólido-gas seleccionado del grupo que consiste en un clatrato de α -ciclodextrina-gas y un derivado del mismo, en el que el clatrato de sólido-gas tiene un contenido de gas de al menos 10 cc/g, y no libera totalmente el gas salvo que se caliente a una temperatura superior a 50°C.
- 10 2.- Un método para preparar un producto alimenticio gasificado, que comprende un clatrato de sólido-gas seleccionado del grupo que consiste en clatrato de α -ciclodextrina-gas y un derivado del mismo, comprendiendo el método:
proporcionar un producto alimenticio con de 1% en peso a 50% en peso de clatrato de sólido-gas incorporado en el mismo; y
aplicar una fuerza desestabilizadora y una temperatura superior a 50°C al producto alimenticio para liberar moléculas de gas del clatrato de sólido-gas en el producto alimenticio, en el que el clatrato de sólido-gas tiene un contenido de gas de al menos 10 cc/g.
- 15 3.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 2, en el que el clatrato de sólido-gas se selecciona del grupo que consiste en α -ciclodextrina-N₂O, α -ciclodextrina-CO₂ y derivados de los mismos.
- 4.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 2, en el que el clatrato de sólido-gas es un clatrato de sólido-gas cristalino.
- 20 5.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 2, en el que el clatrato de sólido-gas es un clatrato de sólido-gas de cristal molecular.
- 6.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 2, en el que el clatrato de sólido-gas es una estructura de partículas sustancialmente no porosa.
- 25 7.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 2, en el que el gas se selecciona del grupo que consiste en óxido nitroso (N₂O), dióxido de carbono (CO₂), nitrógeno (N₂), oxígeno (O₂), dióxido de azufre (SO₂), hidrógeno (H₂), helio (He), neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr), xenón (Xe), acetileno (C₂H₂), etileno (C₂H₄), metano (CH₄), etano (C₂H₆), propano (C₃H₈), butano (C₄H₁₀), y combinaciones de los mismos.
- 8.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1 o el método de la reivindicación 2, en el que el clatrato de sólido-gas se combina con un ingrediente estabilizador de espuma.
- 30 9.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 8, en el que el ingrediente estabilizador de espuma se selecciona del grupo que consiste en un tensioactivo, una proteína, una proteína hidrolizada, una sustancia proteínica, un hidrocoloide y combinaciones de los mismos.
- 10.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1, en el que el producto alimenticio se selecciona del grupo que consiste en un producto sólido, un producto en partículas, un producto líquido, un producto gelificado, un producto de bebida, un fármaco, un producto farmacéutico y combinaciones de los mismos.
- 35 11.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1, en el que el producto alimenticio se selecciona del grupo que consiste en una mezcla seca, una disolución líquida, una masa, una pasta, un producto horneado, un producto listo para consumir, un producto listo para calentar, un concentrado líquido, una bebida, una bebida congelada, y un producto congelado.
- 40 12.- El producto alimenticio gasificado de la reivindicación 1, en el que el producto alimenticio comprende al menos uno del grupo que consiste en estructura espumosa, espuma, efervescencia, burbujas, esponjamiento, fermentación, levado, textura aireada, y combinaciones de los mismos.
- 13.- El método de la reivindicación 2, en el que proporcionar un producto alimenticio con el clatrato de sólido-gas incorporado en el mismo, comprende al menos uno del grupo que consiste en combinar el producto alimenticio con un clatrato de sólido-gas preformado y formar el clatrato de sólido-gas en el sitio en el producto alimenticio.
- 45 14.- El método de la reivindicación 2, en el que aplicar una fuerza desestabilizadora al producto alimenticio para liberar las moléculas de gas del clatrato de sólido-gas en el producto alimenticio comprende al menos uno del grupo que consiste en reconstituir el producto alimenticio en un líquido caliente, calentar el producto alimenticio poner en contacto el producto alimenticio con un catalizador, aplicar energía ultrasónica al producto alimenticio, aplicar una fuente de energía electromagnética al producto alimenticio, y combinaciones de los mismos.

50

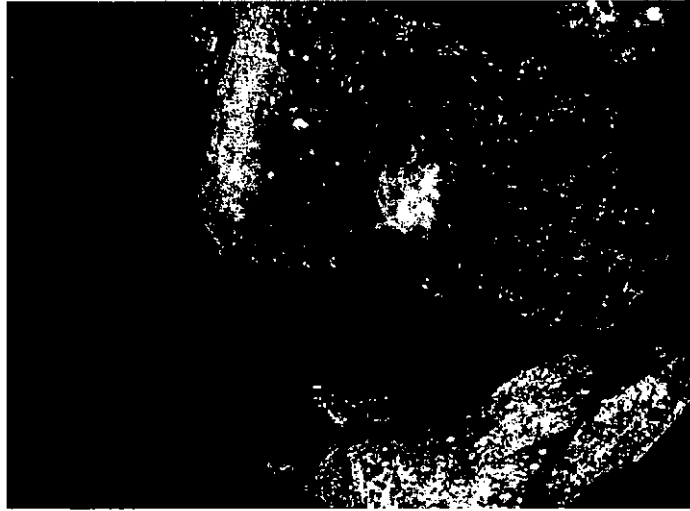


FIG. 1

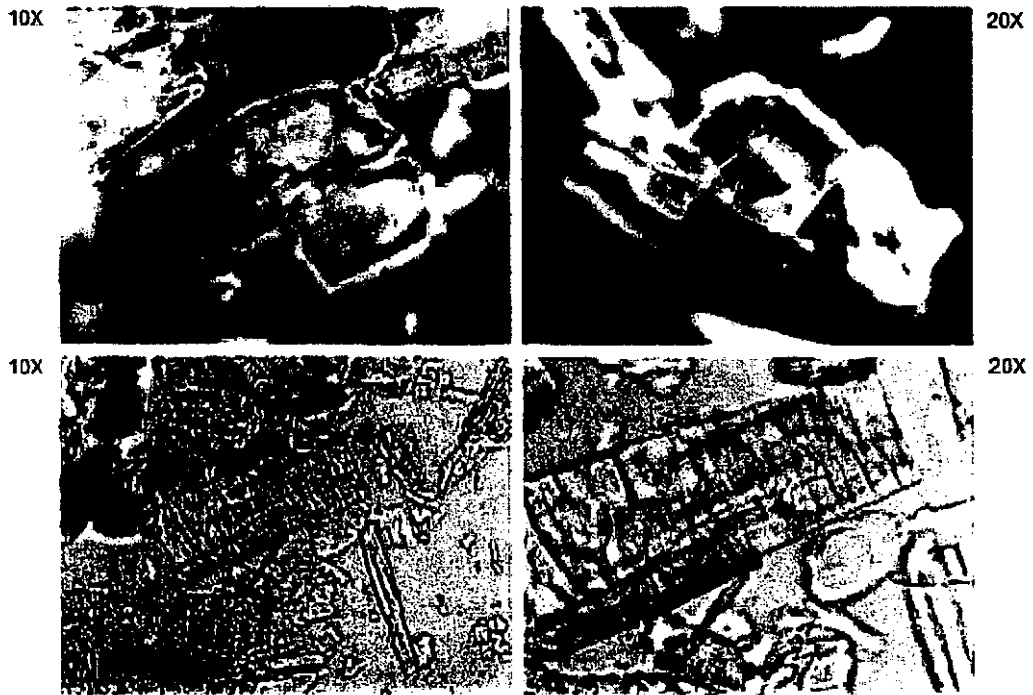


FIG. 2