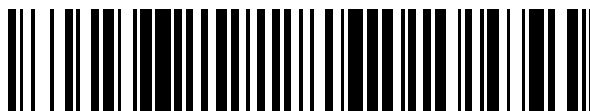


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 049**

51 Int. Cl.:

A21D 2/36	(2006.01) A23P 10/40	(2006.01)
A23D 7/005	(2006.01) A23L 29/212	(2006.01)
A23L 3/3463	(2006.01) A23L 33/20	(2006.01)
A21D 2/16	(2006.01) A23L 17/10	(2006.01)
A21D 2/18	(2006.01) A21D 13/40	(2007.01)
A21D 13/06	(2007.01) A23L 3/46	(2006.01)
A21D 13/066	(2007.01) A23L 17/60	(2006.01)
A21D 13/068	(2007.01) A23L 35/00	(2006.01)
A23P 10/20	(2006.01)	
A23P 10/22	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014** **PCT/EP2014/055057**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014** **WO14140242**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014** **E 14711722 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018** **EP 2983479**

54 Título: **Gránulos de harina de microalgas y método para la preparación de los mismos**

30 Prioridad:

15.03.2013 EP 13159385

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

20.02.2019

73 Titular/es:

CORBION BIOTECH, INC. (100.0%)
One Tower Place Suite 600
South San Francisco, CA 94080, US

72 Inventor/es:

PASSE, DAMIEN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 701 049 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

Gránulos de harina de microalgas y método para la preparación de los mismos

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a gránulos de harina de microalgas y, específicamente, a gránulos de harina de microalgas ricos en lípidos.

Antecedentes de la invención

- 10 Existen al menos varias especies de algas que se pueden utilizar en alimentación, siendo la mayoría "macroalgas", tal como algas marinas, lechuga de mar (*Ulva lactuca*) y algas rojas comestibles, del tipo *Porphyra* (cultivada en Japón) o dulce (alga roja *Palmaria palmata*).

Sin embargo, además de estas macroalgas, también existen fuentes de algas representadas por las "microalgas", es decir, algas microscópicas monocelulares fotosintéticas o no fotosintéticas de origen marino o no marino, cultivadas para sus aplicaciones en biocombustibles o alimentación.

- 15 Por ejemplo, la espirulina (*Arthrospira platensis*) se cultiva en lagunas abiertas (por fototrofia) para su uso como suplemento alimenticio o se incorpora en pequeñas cantidades en confitería o bebidas (generalmente menos del 0,5% p/p). Otras microalgas marinas que se pueden agregar a productos alimenticios como microesferas intactas se describen en el documento EP 0 622 027.

- 20 Además, las microalgas se han utilizado en productos alimenticios por su contenido en proteínas (documento WO 2010/100368; documento WO 2010/100369), tal como el producto vendido por Solazyme Roquette Nutritionals como Amalgine® HP.

- 25 Otras microalgas ricas en lípidos, que incluyen ciertas especies de *Chlorella*, también son populares en los países asiáticos como complementos alimenticios (se mencionan las microalgas del género *Cryptothecodinium* o *Schizochytrium*). Tales macroalgas ricas en lípidos también han sido comercializadas por Solazyme Roquette Nutritionals como Golden Chlorella® Omega para uso en bebidas energéticas. La producción y el uso de harina de microalgas se describen en los documentos WO 2010/120923, WO 2010/045368, US 2011/256282, WO 2010/120923 y WO 2013/059023.

La fracción de aceite de la harina de microalgas, que puede estar compuesta esencialmente de aceites monoinsaturados, puede proporcionar ventajas nutricionales y para la salud en comparación con los aceites saturados, hidrogenados y poliinsaturados que se encuentran a menudo en los productos alimenticios convencionales.

- 30 En un intento de hacer una harina de microalgas a partir de biomasa de microalgas, persisten importantes dificultades. Por ejemplo, cuando se utilizan microalgas con un alto contenido en aceite (p. ej., 10, 25, 50 o incluso 75% o más por peso de célula seca, se puede obtener un polvo seco indeseablemente pegajoso). Esto puede requerir la adición de agentes de flujo (que incluye productos derivados de sílice).

- 35 También se pueden encontrar problemas de dispersabilidad en agua de las harinas de biomasa seca, que después tienen propiedades de humectabilidad más pobres.

Por lo tanto, aún existe una necesidad insatisfecha de nuevas formas de harina de biomasa de microalgas rica en lípidos para hacer posible su fácil incorporación, en gran escala, en productos alimenticios que deben permanecer sabrosos y nutritivos.

Sumario de la invención

- 40 La presente invención se refiere a gránulos de harina de microalgas, caracterizados porque tienen las siguientes características:

- una distribución de tamaño de partícula monomodal, medida en un analizador de tamaño de partícula, de 2 a 400 µm, centrada en un diámetro modal de partícula (moda D) entre 5 y 15 µm,
- grados de flujo, determinados según una prueba A,
 - 45 ○ 0,5 a 60% en peso para la sobredimensión a 2000 µm,
 - 0,5 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 µm,
 - 0,5 a 95% en peso para la sobredimensión a 800 µm,
- un grado de humectabilidad, expresado según un ensayo B, por la altura del producto depositado en un vaso de precipitados, a un valor de 0 a 4,0 cm, preferiblemente de 0 a 2,0 cm, más preferiblemente de 0 a 0,5 cm,

y considerando que el porcentaje de lípidos en los gránulos es al menos del 25% en peso seco

y el porcentaje de células lisadas en los gránulos es de 25% a 95%.

- 5 Preferiblemente, los gránulos de harina de microalgas contienen al menos 80% en peso de biomasa de microalgas. Preferiblemente, las microalgas son del género *Chlorella*.

Preferiblemente, los gránulos tienen una distribución de tamaño de partícula monomodal, medida en un analizador de tamaño de partícula, de 2 a 200 μm o de 2 a 100 μm , centrada en un diámetro modal de partícula (moda D) entre 5 y 15 μm .

Preferiblemente, los gránulos tienen grados de flujo, determinados según un ensayo A:

- 10
- 0,5 a 40% en peso para la sobredimensión a 2000 μm , preferiblemente 0,5 a 20% en peso,
 - 20 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 μm , preferiblemente 40 a 60% en peso, y
 - 10 a 95% en peso para la sobredimensión a 800 μm , preferiblemente 10 a 40% en peso.

Opcionalmente, los gránulos pueden tener una densidad aparente aireada de 0,30 a 0,50 g/ml, preferiblemente de 0,35 a 0,45 g/ml, y en particular de 0,35 a 0,42 g/ml.

- 15 Opcionalmente, los gránulos pueden tener una superficie específica según el método BET de 0,10 a 0,7 m^2/g , preferiblemente de 0,3 a 0,6 m^2/g y en particular de 0,4 a 0,6 m^2/g .

El porcentaje de células intactas en los gránulos es de 5% a 75%.

La presente también se refiere a un método para preparar los gránulos según la presente invención, caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

- 20
- 1) preparar una emulsión de harina de microalgas en agua a un contenido de materia seca de 15 a 40% en peso seco,
 - 2) introducir esta emulsión en un homogeneizador de alta presión,
 - 3) atomizarla en un secador por atomización vertical equipado con una cinta móvil en su base, y con una boquilla de alta presión en su parte superior, mientras que al mismo tiempo se regula:
- 25
- a) la presión aplicada en las boquillas de atomización a valores de más de 1×10^7 Pa (100 bar), preferiblemente de 1×10^7 a 2×10^7 Pa (100 a 200 bar), más preferiblemente de $1,6 \times 10^7$ a $1,7 \times 10^7$ Pa (160 a 170 bar),
 - b) la temperatura de entrada de 200° a 250°C, preferiblemente de 180° a 200°C, y
 - c) la temperatura de salida en esta zona de secado por atomización de 60° a 120°C, preferiblemente a una temperatura de 60° a 110°C, más preferiblemente de 60° a 80°C,
- 30
- 4) regular las temperaturas de entrada de la zona de post-secado en la cinta móvil de 40° a 90°C, preferiblemente a una temperatura de 60° a 90°C, y la temperatura de salida de 40° a 80°C, y regular las temperaturas de entrada de la zona de enfriamiento a una temperatura de 10° a 40°C, preferiblemente a una temperatura de 10° a 25°C, y la temperatura de salida de 20° a 80°C, preferiblemente de 20° a 60°C,
 - 5) recoger los gránulos de harina de microalgas así obtenidos.

- 35 La presente invención se refiere además al uso de los gránulos de la presente invención u obtenidos según el método de la presente invención, en un producto alimenticio.

Preferiblemente, el producto se selecciona del grupo que consiste en sopa, salsa, condimento, helado, huevos deshidratados, masa, pan, pastel, galleta o una mezcla seca de productos horneados.

Descripción detallada de la invención

- 40 Para los fines de la invención, el término "harina de microalgas" significa una sustancia compuesta por una pluralidad de partículas de biomasa de microalgas. La biomasa de microalgas se obtiene a partir de las células de algas, que pueden ser enteras, rotas o una combinación de células enteras y rotas. Las células de microalgas se pueden cultivar en la oscuridad (p. ej., *Chlorella* cultivada en la oscuridad sobre una fuente de carbono fija). Después, por "harina de microalgas" no se pretende hacer referencia a una mezcla preparada con componentes básicos tales como proteínas, lípidos y polisacáridos. Se refiere a una biomasa de microalgas con su composición compleja. En una realización preferida, los gránulos de harina de microalgas contienen al menos 80% en peso, más preferiblemente al menos 90, 95 o 99% en peso de biomasa de microalgas.
- 45

El término "sobredimensión" significa que las partículas en una distribución de partículas son más grandes en tamaño que un umbral dado, ya sea numéricamente o físicamente, como en la fracción de masa u otra medida de partículas retenidas por un filtro de una porosidad dada.

- 5 Las realizaciones de la presente invención se refieren a la biomasa de microalgas adecuada para el consumo humano que es rica en lípidos. Por "rico en lípidos" se pretende referir a al menos 25 a 35% o más por peso seco de lípidos.

En una realización preferida, la biomasa contiene al menos 25%, al menos 50% o al menos 75% en peso de células secas de lípidos.

- 10 En una realización preferida, las microalgas son del género *Chlorella*. Por ejemplo, el género *Chlorella* comprende *Chlorella protothecoides*, *Chlorella kessleri*, *Chlorella minutissima*, *Chlorella sp.*, *Chlorella sorokiniana*, *Chlorella luteoviridis*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella reisiigii*, *Chlorella ellipsoidea*, *Chlorella saccharophila*, *Parachlorella kessleri*, *Parachlorella beijerinckii*, *Prototheca stagnora* y *Prototheca moriformis*. *Chlorella protothecoides* es una de tales especies de microalgas que es adecuada y preferida para utilizar en la preparación de una harina de microalgas.

- 15 Las realizaciones de la presente invención se refieren a gránulos de harina de microalgas que tienen propiedades específicas de distribución de tamaño de partícula, capacidad de flujo y humectabilidad.

Las realizaciones de la presente invención también se refieren a gránulos de harina de microalgas que tienen parámetros específicos de densidad aparente aireada y superficie específica.

Las realizaciones de la presente invención se refieren al método para preparar estos gránulos de harina de microalgas.

- 20 En la harina de microalgas, la pared celular o los fragmentos de células de microalgas pueden encapsular opcionalmente el aceite, al menos hasta que el producto alimenticio que lo contiene esté cocinado, lo que aumenta la vida útil del aceite.

La harina de microalgas también puede proporcionar otros beneficios, tales como micronutrientes, fibras dietéticas (carbohidratos solubles e insolubles), fosfolípidos, glicoproteínas, fitoesteroles, tocoferoles, tocotrienoles y selenio.

- 25 Las microalgas se pueden modificar para tener cantidades reducidas de pigmentos. Por ejemplo, *Chlorella protothecoides* se puede modificar para ser baja en pigmentos o para estar desprovista de pigmentos. La modificación se puede realizar mediante mutagénesis ultravioleta (UV) y/o química.

Por ejemplo, *Chlorella protothecoides* se expuso a un ciclo de mutagénesis química con N-metil-N'-nitro-N-nitrosoguanidina (NTG) y las colonias se seleccionaron por los mutantes de color. Las colonias que no exhibían color se sometieron después a un ciclo de irradiación UV.

- 30 Se aisló una cepa de *Chlorella protothecoides* baja en pigmentos que corresponde a *Chlorella protothecoides* 33-55, depositada el 13 de octubre de 2009 con la American Type Culture Collection (10801 University Boulevard, Manassas, Virginia 20110-2209) de conformidad con el Tratado de Budapest.

En otra realización, se aisló una cepa de *Chlorella protothecoides* con una pigmentación reducida y corresponde a *Chlorella protothecoides* 25-32, depositada el 13 de octubre de 2009 en la American Type Culture Collection.

- 35 Según una realización de la invención, las microalgas se cultivan en un medio que contiene una fuente de carbono fija y una fuente de nitrógeno en ausencia de luz (condiciones heterotróficas).

Los medios de crecimiento sólidos y líquidos están generalmente disponibles en la literatura, y las recomendaciones para preparar los medios particulares que son adecuados para una gran variedad de cepas de microorganismos se pueden encontrar, por ejemplo, online en <http://www.utex.org/>, un sitio mantenido por la Universidad de Texas en Austin para su colección de cultivos de algas (UTEX).

- 40 La producción de biomasa se puede llevar a cabo en biorreactores. Los ejemplos específicos de biorreactores, las condiciones de cultivo y el crecimiento heterotrófico y el método de propagación se pueden combinar de cualquier manera apropiada para mejorar la eficiencia del crecimiento microbiano y la producción de lípidos y/o proteínas. Preferiblemente, el cultivo de las microalgas se realiza en la oscuridad en presencia de una fuente de carbono fija (p. ej., azúcar y/o glicerol).

Para preparar la biomasa para uso, tal como la composición de alimentos, la biomasa obtenida al final de la fermentación se recolecta del medio de fermentación.

En el momento en que la biomasa de microalgas se recolecta del medio de fermentación, la biomasa comprende células intactas principalmente en suspensión en un medio de cultivo acuoso.

- 50 Para concentrar la biomasa, se puede llevar a cabo después una etapa de separación sólido-líquido, por filtración o por centrifugación.

Después de la concentración, la biomasa de microalgas se puede procesar para producir tortas empaquetadas al vacío, copos de algas, homogeneizados de algas, polvo de algas, harina de algas o aceites de algas.

5 La biomasa de microalgas también se puede secar para facilitar el procesamiento posterior o para el uso de la biomasa en sus diversas aplicaciones, en particular aplicaciones alimentarias.

Los productos alimenticios finales tienen diversas texturas y sabores dependiendo de si la biomasa de algas se seca, y si está, según el método de secado utilizado (véase, por ejemplo, los documentos de patente de EE.UU. 6.607.900, 6.372.460 y 6.255.505).

10 En un secador por atomización, se atomiza después una suspensión líquida en forma de una dispersión de gotas finas en una corriente de aire caliente. El material arrastrado se seca rápidamente y forma un polvo seco.

Esta harina de microalgas se puede preparar a partir de biomasa concentrada de microalgas que se ha lisado y homogeneizado mecánicamente, secándose después el homogeneizado por atomización o secado instantáneo.

15 En una realización, las células pueden estar lisadas. La pared celular y los componentes intracelulares se pueden moler o reducir de otro modo, por ejemplo, utilizando un homogeneizador, a partículas (células lisadas no aglomeradas). En realizaciones específicas, las partículas resultantes pueden tener un tamaño promedio de menos de 500 μm , 100 μm , o incluso 10 μm o menos.

En una realización de la presente invención, las células lisadas así obtenidas se secan.

20 Por ejemplo, se puede utilizar un disruptor de presión para bombear una suspensión que contiene las células a través de un orificio restringido para lisar las células. Se aplica una alta presión (hasta $1,5 \times 10^8$ Pa (1500 bar)), seguida de una expansión instantánea a través de una boquilla.

La ruptura de las células puede ocurrir a través de tres mecanismos diferentes: intrusión en la válvula, alto corte del líquido en el orificio y una repentina caída de la presión en la salida, que hace a la célula explotar.

El método libera moléculas intracelulares.

25 Se puede utilizar un homogeneizador NIRO (GEA NIRO SOAVI) (o cualquier otro homogeneizador de alta presión) para romper las células.

Este tratamiento a alta presión (p. ej., hasta aproximadamente $1,5 \times 10^8$ Pa (1500 bar)) de la biomasa de algas puede lisar más del 90% de las células y puede reducir el tamaño de partícula (p. ej., a menos de aproximadamente 5 micrones). En una realización, la presión es de aproximadamente 9×10^7 Pa (900 bar) a $1,2 \times 10^8$ Pa (1200 bar). Preferiblemente, la presión es aproximadamente $1,1 \times 10^8$ Pa (1100 bar).

30 En otra realización, para aumentar el porcentaje de células lisadas, la biomasa de algas se somete a un tratamiento a alta presión dos veces o más. En una realización, se utiliza la doble homogeneización para aumentar la lisis celular por encima del 50%, por encima del 75% o por encima del 90%. Se ha observado una lisis de aproximadamente el 95% utilizando esta técnica.

35 Alternativamente, se utiliza un molino de bolas. En un molino de bolas, las células se agitan en suspensión con pequeñas partículas abrasivas. La ruptura de las células es causada por fuerzas de corte, la molienda entre las bolas y las colisiones con las bolas. Estas bolas rompen las células para liberar el contenido celular de las mismas. Se proporciona una descripción de un molino de bolas adecuado, por ejemplo, en la patente de EE.UU. 5.330.913.

40 Se puede obtener una suspensión de partículas, opcionalmente de tamaño más pequeño que las células de origen, en forma de una emulsión de "aceite en agua". Esta emulsión se puede secar después por atomización, dejando un polvo seco que contiene los residuos celulares y el aceite. Después del secado, el contenido de agua o el contenido de humedad del polvo puede ser inferior al 10%, preferiblemente inferior al 5%, más preferiblemente inferior al 3%.

45 Las realizaciones de la presente invención resuelven los problemas mencionados anteriormente asociados con la harina de microalgas de la técnica anterior, proporcionando gránulos que tienen propiedades particulares, tales como sabor favorable, distribución de tamaño de partículas, flujo, humectabilidad, densidad aparente aireada y superficie específica.

Gránulos de harina de microalgas específicos de acuerdo con las realizaciones de la invención caracterizados por que tienen las siguientes propiedades:

50 - distribución de tamaño de partícula monomodal, p. ej., como se mide en un analizador de tamaño de partículas láser COULTER® LS, de 2 a 400 μm , centrado en un diámetro modal de partícula (moda D) entre 5 y 15 μm , preferiblemente una distribución de tamaño de partícula monomodal de 2 a 200 μm centrado en un diámetro modal de partícula (moda D) entre 5 y 15 μm , más preferiblemente una distribución de tamaño de partícula monomodal de 2 a 100 μm centrada en un diámetro modal de partícula (moda D) entre 5 y 15 μm ,

- grados de flujo, determinados según un ensayo A, de 0,5 a 60% en peso para la sobredimensión a 2000 µm, de 0,5 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 µm y de 0,5 a 95% en peso para la sobredimensión a 800 µm; preferiblemente del 0,5 a 40% en peso para la sobredimensión a 2000 µm, de 20 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 µm y de 10 a 95% en peso para la sobredimensión a 800 µm; más preferiblemente de 0,5 a 20% en peso para la sobredimensión a 2000 µm, de 40 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 µm y de 10 a 40% en peso para la sobredimensión a 800 µm;
- grado de humectabilidad, expresado según un ensayo B, por la altura del producto depositado en un vaso de precipitados (vaso de precipitados de 600 ml de perfil bajo de 125 mm de alto, p. ej., código de producto de Fisher Scientific FB33114), a un valor de 0 a 4,0 cm, preferiblemente 0 a 2,0 cm, más preferiblemente 0 a 0,5 cm.

Los gránulos de harina de microalgas según la invención se pueden caracterizar por su distribución de tamaño de partícula y en particular por su diámetro modal de partícula (moda D). Esta medición se puede llevar a cabo en un analizador de tamaño de partículas láser COULTER® LS, equipado con su módulo de dispersión de pequeño volumen o SVM, por sus siglas en inglés (125 ml), según las especificaciones proporcionadas por el fabricante (p. ej., en el apartado "Small Volume Module Operating instructions").

Las partículas de harina de microalgas se aglomeran durante el procesamiento.

A pesar de la aglomeración, los gránulos de harina de microalgas según la invención también tienen una capacidad de flujo bastante satisfactoria, según un ensayo A. Las propiedades de flujo resultantes proporcionan varias ventajas en la producción de alimentos a partir de la harina de microalgas. Por ejemplo, se pueden realizar mediciones más precisas de las cantidades de harina durante la fabricación del producto alimenticio, y la distribución de alícuotas de harina se puede automatizar más fácilmente.

El ensayo A consiste en medir el grado de cohesión de los gránulos de harina de microalgas según la invención. En primer lugar, los gránulos de harina de microalgas según la invención se tamizan con un tamaño de malla de 800 µm. Los gránulos de harina que tienen un tamaño inferior a 800 µm se recuperan después y se introducen en un recipiente cerrado, y se mezclan mediante un movimiento epicicloidal, p. ej., utilizando un mezclador de laboratorio TURBULA tipo T2C. En virtud de esta mezcla, los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con la invención, según sus propias características, expresarán sus propensiones a aglomerarse o empujarse entre sí.

Los gránulos así mezclados se depositan después sobre una columna de 3 tamices (2000 µm; 1400 µm; 800 µm) para un tamizado adicional.

Una vez ha finalizado el tamizado, se cuantifica la sobredimensión de cada tamiz y el resultado proporciona una ilustración de la naturaleza "cohesiva" o "pegajosa" de los gránulos de harina de microalgas.

De este modo, un polvo de gránulos de flujo libre y, por lo tanto, débilmente cohesivo, fluiría a través de tamices de gran tamaño de malla, pero se detendría cada vez más a medida que las mallas de dichos tamices se vuelvan más apretadas.

A continuación se presenta un protocolo para medir el tamaño de partículas según el ensayo A:

- tamizar suficiente producto sobre un tamiz de 800 µm para recuperar 50 g de producto de tamaño inferior a 800 µm,
- introducir estos 50 g de gránulos de harina de menos de 800 µm en un recipiente de vidrio con una capacidad de 1 litro (ref: BVBL Verrerie Villeurbannaise-Villeurbanne Francia) y cerrar la tapa,
- colocar este recipiente en el mezclador TURBULA modelo T2C a una velocidad de 42 rpm (Willy A. Bachofen Sarl-Sausheim-Francia) y mezclar durante 5 minutos,
- preparar una columna de 3 tamices (vendida por SAULAS - diámetro 200 mm; Paisy Cosdon - Francia) que se colocará sobre un agitador de tamiz Fritsch, modelo Pulverisette tipo 00.502; los detalles del ensamblaje empiezan desde la parte inferior hasta la parte superior: agitador de tamiz, base de tamiz, tamiz de 800 µm, tamiz de 1400 µm, tamiz de 2000 µm, tapa del agitador de tamiz,
- depositar el polvo resultante de la mezcla en la parte superior de la columna (tamiz de 2000 µm), cerrar con la tapa del agitador de tamiz y tamizar durante 5 minutos en el agitador de tamiz FRITSCH, con una amplitud de 5 en la posición continua,
- pesar la sobredimensión en cada tamiz.

Los gránulos de harina de microalgas según una realización de la invención presentan entonces:

- de 0,5 a 60% en peso para la sobredimensión a 2000 µm,

- de 0,5 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 μm , y
- de 0,5 a 95% en peso para la sobredimensión a 800 μm .

5 Más preferiblemente, los gránulos de harina de microalgas según una realización de la invención presentan grados de flujo:

- de 0,5 a 40% en peso para la sobredimensión a 2000 μm ,
- de 20 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 μm , y
- de 10 a 95% en peso para la sobredimensión a 800 μm .

10 Aún más preferiblemente, los gránulos de harina de microalgas según una realización de la invención presentan grados de flujo:

- de 0,5 a 20% en peso para la sobredimensión a 2000 μm ,
- de 40 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 μm , y
- de 10 a 40% en peso para la sobredimensión a 800 μm .

15 A modo de comparación, como se mostrará más adelante, los polvos de harina de microalgas preparados mediante técnicas de secado convencionales (secado por atomización a efecto simple, tal como un secador de alto perfil o un secador horizontal) presentan un aspecto pegajoso, de baja fluidez, que es Reflejado por un comportamiento según el ensayo A:

- de 50 a 90% en peso para la sobredimensión en 2000 μm ,
- de 0,5 a 30% en peso para la sobredimensión en 1400 μm , y
- 20 - de 5 a 40% en peso para la sobredimensión en 800 μm .

En otras palabras, la mayoría de dicho polvo de harina de microalgas (más del 50% del polvo) no logra cruzar el umbral de 2000 μm , aunque inicialmente se tamiza en 800 μm .

25 Estos resultados demuestran que las técnicas de secado convencionales resultan más bien en la producción de polvos muy cohesivos, ya que, después de mezclar, utilizando poca energía mecánica, las partículas de menos de 800 μm no logran pasar a través de un tamiz de 2000 μm , que sin embargo tiene un tamaño de malla que es 2,5 veces más grande.

Se deduce fácilmente que un polvo convencional, que exhibe tal comportamiento, no es fácil de procesar en una preparación donde se recomienda una distribución homogénea de los ingredientes.

30 A la inversa, las composiciones de harina de microalgas según las realizaciones de la presente invención son mucho más fáciles de procesar porque son menos pegajosas. El bajo nivel de adherencia es evidente a partir de varias medidas, que incluyen el tamaño de gránulos pequeños, la alta humectabilidad y la fluidez mejorada.

35 Los gránulos de harina de microalgas según las realizaciones de la invención presentan solo una sobredimensión pequeña (<50%) en 2000 μm para la familia de gránulos de tamaño de partícula fina, y una sobredimensión o muy baja o prácticamente nula (p. ej., <5%) para la familia de gránulos de gran tamaño de partícula. Se cree que las partículas de harina de microalgas producidas según los métodos descritos en la presente memoria son menos cohesivas que los gránulos preparados por métodos anteriores.

No obstante, dentro de la harina de ciertas realizaciones de la presente invención, se cree que las partículas de tamaño más pequeño son más cohesivas que las partículas de tamaño más grande. Por lo tanto, hay una mayor sobredimensión de las partículas finas.

40 Los gránulos de harina de microalgas según la invención se caracterizan por propiedades notables de humectabilidad, según un ensayo B.

La humectabilidad es una propiedad tecnológica que se utiliza muy a menudo para caracterizar un polvo resuspendido en agua, por ejemplo en las industrias lácteas.

45 La humectabilidad se puede medir por la capacidad de un polvo para sumergirse después de haber sido depositado en la superficie del agua (Haugaard Sorensen et al., «Methodes d'analyse des produits laitiers laitiers deshydrates», Niro A/S (ed.), Copenhagen, Dinamarca, 1978), que refleja la capacidad del polvo para absorber agua en su superficie (Cayot et Lorient, «Structures and technofonctions des proteines du lait». París: Airlait Recherches: Tec et Doc, Lavoisier, 1998).

La medición de este índice convencionalmente consiste en medir el tiempo necesario para que una cierta cantidad de polvo penetre en el agua a través de su superficie libre en reposo. Según Haugaard Sorensen et al. (1978), se dice que un polvo es "humectable" si el tiempo para penetrar es inferior a 20 segundos.

- 5 También es necesario asociar con la humectabilidad la capacidad del polvo para hincharse. De hecho, cuando un polvo absorbe agua, se hincha gradualmente. Después, la estructura del polvo desaparece cuando los diversos componentes se solubilizan o dispersan.

Entre los factores que influyen en la humectabilidad están la presencia de partículas primarias grandes, la presencia de los finos, la densidad del polvo, la porosidad y la capilaridad de las partículas de polvo y también la presencia de aire, la presencia de grasas en la superficie de las partículas de polvo y las condiciones de reconstitución.

10 El ensayo B, más particularmente, da a conocer el comportamiento del polvo de harina de microalgas que se pone en contacto con el agua, midiendo, después de un cierto tiempo de contacto, la altura del polvo que decanta cuando se coloca en la superficie del agua.

El protocolo para el ensayo B es el siguiente:

- 15 - introducir 500 ml de agua desmineralizada (desionizada) a una temperatura de 20°C en un vaso de precipitados de 600 ml (FISHERBRAND FB 33114),
- colocar 25 g de polvo de harina de microalgas uniformemente en la superficie del agua, sin mezclar,
- observar el comportamiento del polvo después de 3 h de contacto,
- 20 - medir la altura del producto que ha penetrado en la superficie del agua y que se ha asentado en el fondo del vaso de precipitados.

Un polvo de baja humectabilidad permanecerá en la superficie del líquido, mientras que un polvo de mejor humectabilidad, se asentará más material en la parte inferior del vaso de precipitados.

25 Los gránulos de harina de microalgas según la invención tienen entonces un grado de humectabilidad, expresado según este ensayo B, por la altura del producto asentado en un vaso de precipitados, a un valor de 0 a 4,0 cm, preferiblemente de 0 a 2,0 cm, más preferiblemente 0 a 0,5 cm.

A modo de comparación, la harina de microalgas secadas convencionalmente por secado por atomización a efecto simple permanece en la superficie del agua en mayor medida que la harina descrita anteriormente, y no se hidrata lo suficiente como para poder decantarse hasta el fondo del vaso de precipitados.

Los gránulos de harina de microalgas según realizaciones de la presente invención también se caracterizan por:

- 30 - su densidad aparente aireada, y
- su superficie específica.

La densidad aparente aireada se determina utilizando un método convencional para medir la densidad aparente aireada, es decir, midiendo la masa de un recipiente vacío (g) de volumen conocido, y midiendo la masa del mismo recipiente lleno con el producto a ensayar.

35 La diferencia entre la masa del recipiente lleno y la masa del recipiente vacío, dividida por el volumen (ml), da el valor de la densidad aparente aireada.

Para este ensayo, el recipiente de 100 ml, la cuchara utilizada para el llenado y el raspador utilizado se suministran con el aparato vendido por la empresa HOSOKAWA bajo la marca registrada POWDER TESTER tipo PTE.

40 Para realizar la medición, el producto se selecciona a través de un tamiz con aperturas de 2000 µm (vendido por SAULAS). La densidad se mide sobre el producto que no se retiene sobre ese tamiz.

Bajo estas condiciones, los gránulos de harina de microalgas según las realizaciones de la invención tienen una densidad aparente aireada de 0,30 a 0,50 g/ml, preferiblemente de 0,35 a 0,45 g/ml, y en particular de 0,35 a 0,42 g/ml.

45 Este valor de densidad aparente aireada es aún más notable, ya que los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con las realizaciones de la invención tienen una densidad más alta que la harina de microalgas secadas convencionalmente. Se cree que la densidad de un producto será menor si se prepara mediante secado por atomización convencional, por ejemplo, menos de 0,30 g/ml.

Los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con las realizaciones de la invención también se pueden caracterizar por su superficie específica.

La superficie específica se determina sobre la totalidad de la distribución del tamaño de partícula de los gránulos de harina de microalgas, p. ej., por medio de un analizador de superficie específica de Quantachrome basado en un ensayo de absorción de nitrógeno sobre la superficie del producto sometido al análisis, llevado a cabo en un aparato SA3100 de Beckmann Coulter, según la técnica descrita en el artículo BET Surface Area by Nitrogen Absorption por S. BRUNAUER et al. (Journal of American Chemical Society, 60, 309, 1938).

Se descubrió que los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con una realización de la invención tienen una superficie específica de 0,10 a 0,70 m²/g después de desgasificarse durante 30 minutos a una temperatura de 30°C bajo vacío, preferiblemente de 0,3 a 0,6 m²/g, y en particular 0,4 a 0,6 m²/g.

A modo de comparación, se encontró que la harina de microalgas secadas mediante secado por atomización convencional tenía una superficie específica según BET de 0,65 m²/g.

Es sorprendente observar que cuanto mayor sea el tamaño de los gránulos de harina de microalgas, menor será su superficie específica, ya que los gránulos grandes tienden a estar compuestos de partículas más pequeñas aglomeradas.

Los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con una o más de las realizaciones de la invención descritas anteriormente se pueden obtener mediante un método particular de secado por atomización, que utiliza boquillas de atomización de alta presión en una torre de flujo concurrente que dirige los artículos hacia una cinta móvil en la parte inferior de la torre.

El material se transporta después como una capa porosa a través de las zonas de post-secado y enfriamiento, lo que le da una estructura crujiente, como la de una torta, que se rompe al final de la cinta. El material se procesa después a un tamaño de partícula promedio deseado.

Para llevar a cabo la granulación de la harina de algas, siguiendo este principio de secado por atomización, se puede utilizar, por ejemplo, un secador por atomización FILTERMAT™ vendido por la compañía GEA NIRO o un sistema de secado TETRA MAGNA PROLAC DRYER™ vendido por la compañía TETRA PAK.

Sorprendentemente e inesperadamente, la granulación de la harina de microalgas implementando, por ejemplo, este método Filtermat™ hace posible no solo preparar, con un alto rendimiento, un producto de acuerdo con la invención en términos de la distribución del tamaño de partícula y de su fluidez, sino también le confiere propiedades inesperadas de humectabilidad sin necesariamente necesidad de agentes aglutinantes de granulación o antiapelmazantes (aunque estos se pueden incluir opcionalmente).

De acuerdo con una realización de la invención, el método para preparar los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con la invención comprende, por lo tanto, las siguientes etapas:

- 1) preparar una emulsión de harina de microalgas en agua a un contenido de materia seca de 15 a 40% en peso,
- 2) introducir esta emulsión en un homogeneizador de alta presión,
- 3) atomizarla en un secador por atomización vertical equipado con una cinta móvil en su base, y con una boquilla de alta presión en su parte superior, mientras que al mismo tiempo se regula:
 - a) la presión aplicada a las boquillas de atomización a valores de más de 1×10^7 Pa (100 bar), preferiblemente de 1×10^7 a 2×10^7 Pa (100 a 200 bar), más preferiblemente de $1,6 \times 10^7$ a $1,7 \times 10^7$ Pa (160 a 170 bar),
 - b) la temperatura de entrada de 150° a 250°C, preferiblemente de 180° a 200°C, y
 - c) la temperatura de salida en esta zona de secado por atomización de 60° a 120°C, preferiblemente a una temperatura de 60° a 110°C, más preferiblemente de 60° a 80°C
- 4) regular las temperaturas de entrada de la zona de post-secado en la cinta móvil de 40° a 90°C, preferiblemente a una temperatura de 60° a 90°C, y la temperatura de salida de 40° a 80°C, y regular las temperaturas de entrada de la zona de enfriamiento a una temperatura de 10° a 40°C, preferiblemente a una temperatura de 10° a 25°C, y la temperatura de salida de 20° a 80°C, preferiblemente de 20° a 60°C,
- 5) recoger los gránulos de harina de microalgas así obtenidos.

La primera etapa del método de la invención consiste en preparar una suspensión de harina de microalgas rica en lípidos (p. ej., 30-70%, o 40-60% de lípidos por peso de células secas), en agua a un contenido de materia seca de 15 a 40% en peso seco. La harina de microalgas está esencialmente hecha de biomasa de microalgas.

Al final de la fermentación, la biomasa puede estar a una concentración de 130 a 250 g/l, con un contenido de lípidos de aproximadamente 50% de peso seco, un contenido de fibra de 10 al 50% de peso seco, un contenido de proteína de 2 a 15% de peso seco y un contenido de azúcar inferior al 10% de peso seco.

5 Como se ejemplificará más adelante, la biomasa extraída del medio de fermentación por cualquier medio conocido por los expertos en la técnica es posteriormente:

- concentrada (p. ej., por centrifugación),
- opcionalmente se conserva con la adición de conservantes estándar (p. ej., benzoato de sodio y sorbato de potasio).

10 - las células se rompen.

La emulsión se puede homogeneizar después. Esto se puede lograr con un dispositivo de dos etapas, por ejemplo, un homogeneizador GAULIN vendido por la compañía APV, con una presión de 1×10^7 a $2,5 \times 10^7$ Pa (100 a 250 bar) en la primera etapa y de 1×10^6 a 6×10^6 Pa (10 a 60 bar) en la segunda etapa.

15 Después, la suspensión de harina homogeneizada se atomiza en un secador por atomización vertical equipado con una cinta móvil en su base y con una boquilla de alta presión en su parte superior.

La presión aplicada a las boquillas de atomización a valores de más de 1×10^7 Pa (100 bar), preferiblemente de 1×10^7 a 2×10^7 Pa (100 a 200 bar), más preferiblemente de $1,6 \times 10^7$ a $1,7 \times 10^7$ Pa (160 a 170 bar), la temperatura de entrada de 150° a 250°C , preferiblemente de 180° a 200°C , y la temperatura de salida en esta zona de secado por atomización es de 60° a 120°C , preferiblemente a una temperatura de 60° a 110°C , más preferiblemente de 60° a 80°C .

La cinta mueve el material de algas a una zona de secado y después a una zona de enfriamiento. Las temperaturas de entrada de la zona de secado en la cinta móvil de 40° a 90°C , preferiblemente a una temperatura de 60° a 90°C , y la temperatura de salida de 40° a 80°C , y la regulación de las temperaturas de entrada de la zona de enfriamiento a una temperatura de 10° a 40°C , preferiblemente a una temperatura de 10° a 25°C , y la temperatura de salida de 20° a 80°C , preferiblemente de 20° a 60°C .

Se cree que la presión aplicada y la temperatura de entrada de la zona de post-secado son parámetros importantes para determinar la textura de la torta sobre la cinta y después la distribución del tamaño de partícula resultante.

Los gránulos de harina de microalgas según las condiciones de la etapa anterior del método de acuerdo con la invención caen sobre la cinta móvil con un contenido de humedad residual de 2 a 4%.

30 El uso de los rangos de temperatura mencionados anteriormente puede llevar el grado de humedad de los gránulos de harina de microalgas a un valor deseado de menos del 4%, y más preferiblemente menos del 2%.

Opcionalmente, se puede añadir un antioxidante (p. ej., BHA, BHT u otros conocidos en la técnica) antes del secado para conservar la frescura.

35 La etapa final del método según la invención consiste, finalmente, en recoger los gránulos de harina de microalgas así obtenidos.

La presente invención se refiere a los gránulos de harina de microalgas como se define en la presente invención o como se obtiene mediante el método descrito en la presente invención.

Los gránulos de harina de microalgas según la invención contienen al menos 25 a 35% o más de lípidos en peso seco. En particular, puede contener al menos el 25%, o al menos el 55% de lípidos en peso seco.

40 Como se detalló anteriormente, los gránulos pueden contener una mezcla de células intactas y células rotas, o principalmente células rotas. En una realización preferida, el porcentaje de células intactas en los gránulos de la invención es de 25% a 75%. Alternativamente, el porcentaje de lisis celular puede ser al menos 50%, preferiblemente al menos 75% o 90%, más preferiblemente al menos o aproximadamente 95%.

45 Los gránulos de harina producidos según las realizaciones descritas en la presente memoria se pueden incorporar a un producto alimenticio tal como una sopa, salsa, condimento, helado, huevos deshidratados, masa, pan, pastel, galleta o una mezcla seca de productos horneados. Por ejemplo, el producto se selecciona del grupo que consiste en sopa, salsa, condimento, helado, huevos deshidratados, masa, pan, pastel, galletas o una mezcla seca de productos horneados.

50 Otros rasgos característicos y ventajas de la invención serán evidentes al leer los siguientes ejemplos. Sin embargo, se dan aquí solo como una ilustración y no son limitantes.

Ejemplos

Ejemplo 1. Producción de la harina de microalgas.

En una fermentación ilustrativa, se cultivó una cepa mutante baja en pigmentos de *Chlorella protothecoides* (obtenida mediante mutagénesis química y UV) y la biomasa de algas resultante estaba a una concentración celular de 150 g/l. Los métodos para producir y cultivar *Chlorella protothecoides* de pigmentación baja se describen en la solicitud de patente de EE.UU. n° de publicación 2010-0297292, publicada el 25 de noviembre de 2010.

La biomasa lavada se molió utilizando un molino de bolas con una tasa de lisis del 95%.

La biomasa así generada se pasteurizó y homogeneizó bajo presión en un homogeneizador GAUVIN de dos etapas (2,5 x 10⁷ Pa (250 bar) en la primera etapa/5 x 10⁶ Pa (50 bar) en la segunda) después del ajuste del pH a 7 con hidróxido de potasio.

Ejemplo 2. Secado de la emulsión de harina de microalgas homogeneizada "aceite en agua".

La biomasa obtenida en el Ejemplo 1 se secó:

- en un dispositivo FILTERMAT, para obtener la harina de microalgas,
- en un secador por atomización a efecto simple (líquido secado por medio de un solo paso a través del flujo de calor y después recuperado en la parte inferior de la torre al nivel del ciclón o del filtro de manguito), vendido por GEA NIRO, para obtener un control de harina de microalgas, de acuerdo con lo que está comercialmente accesible.

Las condiciones de operación de secado por atomización a efecto simple fueron las siguientes:

- temperatura de entrada de 180°C.
- temperatura de salida: 85°C.

El producto obtenido con el secado por atomización a efecto simple tenía una distribución de tamaño de partícula fina, centrada en 40 µm.

Con respecto a un método de secado por atomización de acuerdo con realizaciones de la invención, consistió en atomizar la suspensión homogeneizada a alta presión en un dispositivo FILTERMAT vendido por la compañía GEA/NIRO, equipado con una boquilla de inyección de alta presión DELAVAN, bajo las siguientes condiciones:

- la presión fue regulada a 1,6 x 10⁷ a 1,7 x 10⁷ Pa (160 a 170 bar).
- temperatura de entrada de secado por atomización: 180° a 200°C
- temperatura de salida: 60° - 80°C.
- temperatura de entrada de la zona de post-secado: 60° a 90°C
- temperatura de salida: 65°C.
- temperatura de entrada de la zona de enfriamiento: 10° a 20°C.

El polvo llegó después a la cinta con un contenido de humedad residual de 2 a 4%.

Al salir de la cinta: los gránulos de harina de microalgas tenían un contenido de humedad residual de 1 a 3%, aproximadamente 2%.

Ejemplo 3. Caracterización de los 3 lotes de gránulos de harina de microalgas de acuerdo con realizaciones de la invención

Las siguientes tablas muestran los valores de los parámetros de:

- tamaño de partícula,
- fluidez,
- humectabilidad,
- densidad aparente aireada,
- superficie específica,

de tres lotes ("A", "B" y "C") de los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con la invención, en comparación con estos mismos parámetros de una harina de microalgas secadas mediante secado por atomización simple de acuerdo con las condiciones descritas en ejemplo 2.

5 Tabla I. Tamaño de partícula (analizador de tamaño de partículas láser COULTER LS)

	Distribución de tamaño de partícula
Control de harina secada mediante secado por atomización a efecto simple.	Monomodal, de 2 a 100 μm , centrado en 40 μm
"A"	Monomodal, de 1 a 80 μm , centrado en 9,1 μm
"B"	Monomodal, de 1 a 100 μm , centrado en 8 μm
"C"	Monomodal, de 1 a 100 μm , centrado en 12,6 μm

La granulación en el dispositivo FILTERMAT hizo posible obtener poblaciones de gránulos de distribución de tamaño de partícula fina, centrada en un diámetro modal de partícula (moda D) entre 5 y 15 μm .

Tabla II. Fluidez (Ensayo de cohesión A)

	Sobredimensión a 2000 μm (% por peso)	Sobredimensión a 1400 μm (% por peso)	Sobredimensión a 800 μm (% por peso)
Control de harina secada mediante secado por atomización a efecto simple.	71	18	8
"A"	18,4	46,4	12
"B"	6	53	36
"C"	9	60	17

10

Más del 70% de la harina de microalgas secadas mediante secado por atomización a efecto simple no logró fluir a través del filtro de 2000 μm (aunque inicialmente se tamizó sobre 800 μm), transmitiendo la naturaleza "pegajosa" de las partículas que forman dicha harina, mientras que aproximadamente 80 a 90% de los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con la invención lograron hacerlo.

15 Tabla III. Humectabilidad (ensayo B)

	Altura del polvo asentada después de 3 horas (cm)
Control de la harina secada mediante secado por atomización a efecto simple.	No decanta
"A"	0,2 (> 75% del polvo está hidratado)
"B"	0 (> 80% del polvo está hidratado)
"C"	0 (> 80% del polvo está hidratado)

Se observa que la harina de microalgas convencional, caracterizada por partículas "cohesivas", no logra hidratarse lo suficiente para asentarse, mientras que los gránulos de harina de microalgas preparados mediante la presente invención lograron hacerlo sin dificultad.

5 Tabla IV. Densidad y superficie específica.

	Densidad aparente aireada (g/ml)	Superficie específica (m ² /g)
Control de la harina secada mediante secado por atomización a efecto simple	0,27	0,65
"A"	0,37	0,4
"B"	0,4	0,5
"C"	0,39	0,6

Como se indicó anteriormente, se observa que, sorprendentemente, los gránulos de harina de microalgas preparados por las realizaciones de la presente invención tenían una mayor densidad aparente aireada que la de la harina de microalgas secadas por medios más convencionales.

- 10 También se debería observar que, en virtud de su distribución de tamaño de partícula, los gránulos de harina de microalgas tienen, en comparación con la harina de microalgas, una superficie específica más pequeña.

REIVINDICACIONES

1. Gránulos de harina de microalgas, caracterizados por que tienen al menos las tres características siguientes:
 - una distribución de tamaño de partícula monomodal, medida en un analizador de tamaño de partícula, de 2 a 400 μm , centrada en un diámetro modal de partícula (moda D) entre 5 y 15 μm ,
 - grados de flujo, determinados según un ensayo A,
 - o 0,5 a 60% en peso para la sobredimensión a 2000 μm ,
 - o 0,5 a 60% en peso para la sobredimensión a 1400 μm ,
 - o 0,5 a 95% en peso para la sobredimensión a 800 μm ,
 - un grado de humectabilidad, expresado según un ensayo B, por la altura del producto asentado en un vaso de precipitados, a un valor de 0 a 4,0 cm, preferiblemente de 0 a 2,0 cm, más preferiblemente de 0 a 0,5 cm,
 y en el que el porcentaje de lípidos en los gránulos es al menos 25% en peso seco y el porcentaje de células lisadas en los gránulos es de 25% a 95%.
2. Los gránulos según la reivindicación 1, caracterizados por que tienen una densidad aparente aireada de 0,30 a 0,50 g/ml.
3. Los gránulos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizados por que tienen una superficie específica según el método BET de 0,10 a 0,70 m^2/g .
4. Un método para preparar los gránulos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que comprende las siguientes etapas:
 - 1) preparar una emulsión de harina de microalgas en agua a un contenido de materia seca de 15 a 40% en peso seco,
 - 2) introducir esta emulsión en un homogeneizador de alta presión,
 - 3) atomizarla en un secador por atomización vertical equipado con una cinta móvil en su base, y con una boquilla de alta presión en su parte superior, mientras que al mismo tiempo se regula:
 - a) la presión aplicada a las boquillas de atomización a valores de más de 1×10^7 Pa (100 bar), preferiblemente de 1×10^7 a 2×10^7 Pa (100 a 200 bar), más preferiblemente de $1,6 \times 10^7$ a $1,7 \times 10^7$ Pa (160 a 170 bar),
 - b) la temperatura de entrada de 150° a 250°C, preferiblemente de 180° a 200°C, y
 - c) la temperatura de salida en esta zona de secado por atomización de 60° a 120°C, preferiblemente a una temperatura de 60° a 110°C, más preferiblemente de 60° a 80°C,
 - 4) regular las temperaturas de entrada de la zona de post-secado en la cinta móvil de 40° a 90°C, preferiblemente a una temperatura de 60° a 90°C, y la temperatura de salida de 40° a 80°C, y regular las temperaturas de entrada de la zona de enfriamiento a una temperatura de 10° a 40°C, preferiblemente a una temperatura de 10° a 25°C, y la temperatura de salida de 20° a 80°C, preferiblemente de 20° a 60°C,
 - 5) recoger los gránulos de harina de microalgas así obtenidos.
5. Uso de los gránulos de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 u obtenidos según el método de la reivindicación 4, en un producto alimenticio.