

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 019**

51 Int. Cl.:

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014 PCT/EP2014/055060**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14140244**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014 E 14711947 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 2986125**

54 Título: **Grasa vegetal a base de harina de microalgas y su uso en panificación y pastelería**

30 Prioridad:

**15.03.2013 EP 13159385**  
**01.07.2013 FR 1356390**

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

**02.04.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DELEBARRE, MARIE;**  
**BOURSIER, THOMAS y**  
**VARLAMOFF, CAROLINE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 752 019 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

Grasa vegetal a base de harina de microalgas y su uso en panificación y pastelería

**Campo de la invención**

- 5 La presente invención se refiere a una mantequilla vegetal en forma de masa, obtenida a partir de materias primas no animales, capaz de sustituir total o parcialmente las materias grasas de origen vegetal y/o animal, y más particularmente las materias grasas de origen animal, tales como la mantequilla, así como a sus usos como productos novedosos en los campos de la panificación y/o pastelería y/o bollería.

**Antecedentes**

- 10 Los productos de galletería-pastelería son muy numerosos (más de 800 referencias). Las formulaciones, aunque son muy numerosas, frecuentemente contienen los mismos ingredientes básicos: harina, azúcar, huevos y materias grasas de origen animal y/o vegetal. Generalmente, los productos de pastelería se definen como preparaciones dulces de masa trabajada y cocida en un horno y/o en un molde, con formas y coberturas variadas (nata, frutas) y engloban entre otros los pasteles y las tartas. Además, los productos de pastelería se consumen bien como postre al final de una comida o bien como un tentempié durante el día (principalmente durante la merienda o al tomar un té).

- 15 De forma paralela a la pastelería, se denominan productos de bollería a los productos de panificación cuya técnica de preparación es parecida a la del pan o la masa de hojaldre, pero cuyos ingredientes les confieren un carácter más graso y más dulce que los hace parecidos a la pastelería (huevos, mantequilla y/o materias grasas vegetales, leche, nata, azúcar, etc.) Además, muy a menudo las masas están fermentadas o son de hojaldre.

- 20 Esencialmente, los productos de pastelería y de bollería frecuentemente son ricos en glúcidos simples y en materias grasas, principalmente saturadas (principalmente que provienen de las materias grasas lácteas). Ahora bien, las recomendaciones de salud pública instan encarecidamente a limitar el consumo de azúcar, de alimentos ricos en azúcar y/o en materias grasas.

- 25 Sin embargo, las materias grasas de origen animal y/o vegetal desempeñan un papel importante en los productos destinados a la panificación, pastelería y bollería. No solamente revelan y transmiten el aroma de los productos acabados, sino que determinan el resultado de una serie de características técnicas tales como, por ejemplo, la friabilidad de un cruasán o el buen sabor delicioso de un pastel de mantequilla. Se sabe que son calóricas y según su origen no necesariamente muy buenas para la salud, y, sin embargo, es imposible prescindir de ellas debido a que su doble papel técnico y gustativo es importante, incluso primordial para el resultado final del producto.

- 30 Además, a pesar de todo es necesario consumir una cierta cantidad de materias grasas diariamente para asegurar el buen funcionamiento de nuestro organismo. Por ejemplo, los aceites y los lípidos aportan calorías y ácidos grasos esenciales que ayudan al organismo a absorber las vitaminas liposolubles como las vitaminas A, D, E y K. El tipo de lípido consumido es tan importante para la salud como la cantidad consumida.

- 35 Por este motivo, es muy recomendable elegir lípidos insaturados conocidos por ser lípidos buenos. Consumir demasiados lípidos de tipo malo, como los lípidos saturados y los lípidos trans, puede elevar el índice de colesterol LDL (del inglés, "Low Density Lipoprotein" o colesterol "malo") y reducir el del colesterol HDL (del inglés "High Density Lipoprotein" o colesterol "bueno"). Este desequilibrio puede aumentar los riesgos de hipertensión arterial, estrechamiento de las arterias (aterosclerosis), crisis cardiaca y AVC (Accidente Vascular Cerebral).

- 40 Entre los lípidos insaturados, se distinguen los lípidos monoinsaturados y los poliinsaturados. Se ha demostrado que las materias grasas monoinsaturadas mejoran los índices de colesterol en la sangre. Se encuentran en el aceite de oliva, de colza y de cacahuete, en la margarina no hidrogenada, en los aguacates y en algunos frutos secos como las almendras, los pistachos, los anacardos, las pacanas y las avellanas. Las materias grasas poliinsaturadas ayudan al organismo a deshacerse del colesterol producido recientemente. Entre ellas, se encuentran los ácidos grasos omega-3, que pueden prevenir los coágulos de sangre, reducir el riesgo de sufrir un AVC y también reducir los triglicéridos, un tipo de materias grasas en la sangre ligado a las enfermedades cardiacas. Las mejores fuentes de omega-3 son los pescados de agua fría, al igual que los aceites de colza y de soja, los huevos ricos en omega-3, las semillas de lino, las nueces de Grenoble, las pacanas y los piñones. En esta categoría se encuentran también materias grasas, los omega-6 que ayudan a reducir el colesterol LDL, pero cuyo consumo excesivo también puede reducir el colesterol HDL. Por lo tanto, hay que consumirlos con moderación. Se encuentran en los aceites de cártamo, girasol y maíz, las margarinas no hidrogenadas, los frutos secos tales como las almendras, las pacanas, las castañas de Brasil y las semillas de girasol. Numerosas comidas preparadas los contienen también.

- 55 Además, se hallan los lípidos saturados que se encuentran lo más frecuentemente en las carnes grasas, los productos lácteos enteros, la mantequilla, la manteca, el aceite de coco y el aceite de palma. Estas materias grasas pueden aumentar el colesterol "malo" LDL. Al igual que las materias grasas saturadas, los lípidos trans elevan el colesterol LDL. Los lípidos trans se encuentran en las margarinas parcialmente hidrogenadas, los alimentos fritos de establecimientos de comida rápida (patatas fritas, rosquillas) y en numerosas galletitas saladas, galletas y productos de pastelería comercial.

De lo que antecede, se puede deducir que las materias grasas hacen que los alimentos estén más sabrosos y son indispensables para nuestra salud. Pero, que, consumidas en exceso, pueden tener efectos negativos, principalmente sobre el sistema cardiaco y vascular. La mantequilla, numerosos aceites vegetales y los lípidos contenidos en los alimentos, son materias grasas diferentes. La mantequilla y los productos que la contienen como, por ejemplo, los productos de pastelería y de bollería, aportan sobre todo las materias grasas denominadas saturadas. Cuando son demasiado abundantes en nuestras comidas, pueden conducir a un incremento del colesterol malo. Los aceites vegetales aportan ácidos grasos esenciales. Es interesante utilizar aceites diferentes para beneficiarse de sus ventajas complementarias.

Y, sin embargo, no es tan fácil sustituir la mantequilla en los productos de pastelería y de bollería. La mantequilla permite ablandar la masa, pero también hacerla más pesada. Hace que la miga sea más esponjosa y la corteza más fina y tierna, aporta un sabor muy particular y un aspecto delicioso muy apreciado por los consumidores que buscan productos de calidad y auténticos. Aísla las partículas de otros ingredientes que no se pueden ligar entre sí. Sin ella, el producto se vuelve quebradizo.

Por tanto, en la técnica anterior, se han descrito soluciones para sustituir la mantequilla por materias grasas que tengan una imagen más positiva en lo que respecta a la salud, como por ejemplo las materias grasas de origen vegetal. Por el contrario, los productos obtenidos se describen a menudo como insípidos y tienen una textura poco, incluso nada, hojaldrada para los cruasanes, por ejemplo.

Por tanto, las soluciones conocidas de la técnica anterior conducen muy frecuentemente a productos que presentan una menor calidad final, principalmente en términos de textura y de sabor.

El documento « Algal flour (Chlorella) GRAS notice » describe una harina de microalgas rica en lípidos o rica en proteínas que se puede emplear como ingrediente en diferentes alimentos.

El documento US2011/256282 describe composiciones alimenticias que incorporan harina de microalgas rica en lípidos y proteínas.

El documento WO2011/150411 describe una harina de microalgas para uso en preparaciones culinarias para reemplazar las materias grasas habituales.

El documento WO2006/122299 describe un aceite de pescado estabilizado por medio de un extracto de algas crudas.

El documento US2002/068110 describe una composición dietética que comprende una mezcla de carragenano, alginato, clorelas, espirulina, agar y agua.

El documento EP 0 622 027 describe un ingrediente alimenticio a base de microalgas ricas en ácido docosahexanoico (DHA).

Por lo tanto, existe una necesidad real de reemplazar parcial o totalmente las materias grasas de origen animal y/o vegetal en las recetas de productos de panificación, pastelería y bollería, de forma que se reduzca la carga calórica y el aporte de grasas perjudiciales. Las soluciones propuestas deben dar como resultado productos que presenten las mismas cualidades organolépticas que los productos denominados tradicionales. Por otra parte, las soluciones propuestas deben poder ser utilizadas por los expertos en la técnica sin cambios drásticos en las recetas y preferentemente a gran escala, en producciones en serie.

### **Compendio de la invención**

Basándose en esa constatación y después de numerosos trabajos de investigación, la compañía solicitante ha tenido el mérito de responder a todas las exigencias requeridas y ha encontrado que dicho objetivo se puede alcanzar cuando se utiliza una harina de microalgas como ingrediente en la formulación de una mantequilla denominada vegetal, apta para sustituir parcial o totalmente las materias grasas de origen vegetal y/o animal, y más particularmente las materias grasas de origen animal como la mantequilla, a la vez que se conserva la calidad final del producto obtenido.

Por lo tanto, es un mérito de la solicitante haber descubierto que una mantequilla vegetal que contiene harina de microalgas, un líquido potable y un agente de retrogradación seleccionado entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón, podía, de manera sorprendente e inesperada en comparación con los requisitos previos de la técnica anterior, reemplazar ventajosamente las materias grasas de origen animal y/o vegetal en productos de panificación, pastelería y bollería, conservando al mismo tiempo las cualidades organolépticas, particularmente gustativas, olfativas, visuales y táctiles, al menos equivalentes o incluso superiores a las de los productos horneados tradicionales que contienen estos ingredientes.

La presente invención se refiere a una mantequilla vegetal caracterizada por que contiene harina de microalgas, un líquido potable y un agente de retrogradación seleccionado entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón.

Preferiblemente, dicha mantequilla se caracteriza por que el agente de retrogradación es una maltodextrina, preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE menor de 10, e incluso más preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE menor de 5.

5 De acuerdo con la invención, la mantequilla vegetal se caracteriza por que contiene en particular de 0,5 a 50% de harina de microalgas, de 5 a 80% de líquido potable y de 0,5 a 50% de un agente de retrogradación, preferiblemente de 5 a 20% de harina de microalgas, de 50 a 75% de líquido potable y de 5 a 20% de un agente de retrogradación.

Además, la mantequilla también se puede caracterizar por que el líquido potable se selecciona entre agua, zumos de frutas, néctares de frutas, zumos de verduras, néctares de verduras, gaseosas, y preferentemente agua.

10 En una realización particular, la mantequilla se caracteriza por que la harina de microalgas está en forma de gránulos que tienen una o varias de las siguientes características, preferiblemente las tres:

- una distribución de tamaño de partícula monomodal, medida con un granulómetro láser LS de la marca COULTER®, comprendida entre 2 y 400 µm, centrada en un diámetro de partícula (modo D) entre 5 y 15 µm,
- grados de fluidez, determinados de acuerdo con una prueba A, comprendidos entre 0,5 y 60% en peso para un residuo del tamizado en 2.000 µm, comprendidos entre 0,5 y 60% en peso para un residuo del tamizado en 1.400 µm y comprendidos entre 0,5 y 95% en peso para un residuo del tamizado en 800 µm,
- un grado de humectabilidad, expresado según una prueba B, por la altura del producto decantado en un vaso de precipitados, con un valor comprendido entre 0 y 4 cm, preferentemente entre 0 y 2 cm, y más preferentemente entre 0 y 0,5 cm.

20 Preferentemente, la harina de microalgas es una harina en la que las microalgas son del género *Chlorella*, y más particularmente de la especie *Chlorella protothecoides*.

Preferentemente, la biomasa de las microalgas contiene al menos 12%, al menos 25%, al menos 50%, o al menos 75% en peso de lípidos.

Otro aspecto de la invención se refiere también a un procedimiento de preparación de una mantequilla vegetal tal y se describe en el presente documento, caracterizado por que comprende:

- 25 - una mezcla de una harina de microalgas, un líquido potable y un agente de retrogradación seleccionado entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón, hasta obtener una disolución completa, y
- un almacenamiento en frío.

Dicho procedimiento se puede caracterizar adicionalmente por que comprende:

- 30 - una primera mezcla de una harina de microalgas y un agente de retrogradación, y preferiblemente una maltodextrina, una maltodextrina que tiene un DE menor de 10, y aún más preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE menor de 5,
- una disolución de la mezcla anterior en agua con agitación hasta obtener una dispersión completa.
- 35 - un almacenamiento a una temperatura inferior a 10°C y preferiblemente inferior a 5°C durante un período superior a 5 horas, y preferentemente superior a 10 horas.

En una realización particular de la invención, el procedimiento para preparar una mantequilla vegetal se caracteriza por que comprende de 0,5 a 50% de harina de microalgas, de 5 a 80% de líquido potable y de 0,5 a 50% de un agente de retrogradación, preferiblemente de 5 a 20% de harina de microalgas, de 50 a 75% de líquido potable y de 5 a 20% de un agente de retrogradación. Otro aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para preparar un producto de panificación, pastelería y/o bollería caracterizado por que contiene esa mantequilla vegetal como un sustituto parcial o total de las materias grasas de origen animal y/o vegetal.

Dicho procedimiento para preparar un producto de panificación también se caracteriza por que comprende:

- una mezcla de los diferentes ingredientes hasta obtener una masa, y
- hornear dicha masa.

#### 45 **Descripción detallada de las realizaciones**

Por lo tanto, el objeto de la presente invención es una mantequilla vegetal caracterizada por que contiene harina de microalgas, un líquido potable y un agente de retrogradación seleccionado entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón.

- 5 En la presente solicitud, la denominación "mantequilla vegetal" utilizada se debe entender en su interpretación más amplia y como que designa una materia grasa que no contiene proteínas de origen animal, que contiene harina de microalgas de harina, que puede sustituir a las materias grasas de origen animal y/o vegetal utilizadas tradicionalmente en los campos de la panificación, pastelería y bollería. La mantequilla vegetal generalmente está en forma de un sólido blando a temperatura ambiente. Preferiblemente, en el contexto del presente documento, la mantequilla comprende al menos 5% de materia grasa, preferiblemente 10% o 20%.
- De acuerdo con la invención, la mantequilla comprende de 1 a 50% de materias grasas, expresadas en peso seco. En un modo más preferido, la mantequilla vegetal de acuerdo con la invención comprende de 5 a 15% de materias grasas.
- 10 De acuerdo con un modo preferido, dicha materia grasa de mantequilla vegetal está constituida principalmente por triglicéridos, entre 85 y 99,5%, expresados en peso seco. A esos triglicéridos se añade de 0,05 a 1% de monoglicéridos, de 0,1 a 1,5% de diglicéridos, de 0,1 a 1,2% de ácidos grasos libres, de 0,05 a 1 % de esteroides y tocoferoles y de 0,05 a 2% de fosfolípidos.
- 15 En el sentido de la invención, la expresión "líquido potable" debe entenderse en su interpretación más amplia y como que designa, por ejemplo, y de manera no limitativa, agua, zumos de frutas, néctares de frutas, zumos de verduras, néctares de verduras, gaseosas.
- De acuerdo con un modo preferido de la invención, el líquido potable es agua, pudiendo ser dicha agua un agua de manantial, agua mineral, gasificada naturalmente o mediante la adición de dióxido de carbono, o no gasificada.
- 20 De acuerdo con la invención, dicha mantequilla vegetal se caracteriza por que el agente de retrogradación se selecciona entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón.
- En el sentido de la invención, dicho almidón se obtiene a partir de una o varias variedades botánicas seleccionadas entre los cereales, las leguminosas, los tubérculos así como las frutas.
- 25 De acuerdo con un modo preferido, dicho almidón se obtiene a partir de trigo, maíz, cebada, arroz, patata, guisante, tapioca, yuca, sorgo y cualquier mezcla de los mismos. Las variedades botánicas pueden ser, de acuerdo con la presente invención, silvestres o híbridas y, por lo tanto, haber sufrido modificaciones genéticas para modificar su genoma.
- 30 Desde siempre, los almidones se han utilizado en la industria alimentaria, no solamente como un ingrediente nutritivo sino también como agente espesante, aglutinante estabilizante o gelificante. Sintetizado bioquímicamente, fuente de hidrato de carbono, el almidón es una de las materias orgánicas más extendidas del reino vegetal, en donde constituye la reserva nutricional de los organismos.
- Se presenta en forma de granos de 1 a 100 micrómetros. Su tamaño y su forma son característicos de su origen vegetal.
- 35 Se acostumbra a distinguir entre los almidones de cereales y los almidones de tubérculos. Los almidones se pueden emplear tal como están (almidón natural) o después de modificaciones (químicas y/o físicas): almidones modificados o almidones pregelatinizados o hidrolizados. Estos tratamientos tienen el efecto de variar sus cualidades.
- En una realización preferida de la invención, dicha mantequilla vegetal se caracteriza por que el agente de retrogradación se selecciona entre los hidrolizados de almidón.
- 40 En la presente invención, la expresión "hidrolizado de almidón" se refiere a cualquier producto obtenido por hidrólisis ácida o enzimática de almidón a partir de leguminosas, cereales o tubérculos. Se conocen varios procedimientos de hidrólisis y se han descrito en general en las páginas 511 y 512 de la « Encyclopedia of Chemical Technology de Kirk-Othmer, 3ª edición, vol. 22, 1978 ». Esos productos de la hidrólisis también se definen como mezclas purificadas y concentradas formadas por cadenas lineales que consisten en unidades de D-glucosa y polímeros de D-glucosa esencialmente unidos en  $\alpha(1-4)$  con solo 4 a 5% de enlaces glucosídicos ramificados  $\alpha(1-6)$ , de pesos moleculares extremadamente variados, completamente solubles en agua. Los hidrolizados de almidón son muy conocidos y se describen perfectamente en la « Encyclopedia of Chemical Technology de Kirk-Othmer, 3ª edición, vol. 22, 1978, pp. 499 a 521 ».
- 45 Por lo tanto, en la presente invención, el producto de la hidrólisis del almidón se selecciona entre las maltodextrinas, los jarabes de glucosa, la dextrosa (forma cristalizada de  $\alpha$ -D-glucosa) y cualquier mezcla de los mismos.
- 50 La distinción entre los productos de la hidrólisis del almidón reside principalmente en la medición de su poder reductor, que se expresa convencionalmente por el concepto de Equivalente de Dextrosa o DE. El DE corresponde a la cantidad de azúcares reductores, expresada en equivalente de dextrosa por 100 g de materia seca del producto. Por lo tanto, el DE mide la intensidad de la hidrólisis del almidón, ya que cuanto más se hidroliza el producto, contiene más moléculas pequeñas (tales como la dextrosa y la maltosa, por ejemplo) y mayor es su DE. Por el contrario, cuantas más moléculas grandes (polisacáridos) contiene el producto, menor es su DE.

Desde el punto de vista reglamentario, y también en el sentido de la presente invención, las maltodextrinas tienen un DE de 1 a 20, y los jarabes de glucosa tienen un DE superior a 20.

5 Tales productos son, por ejemplo, maltodextrinas y jarabes de glucosa deshidratados comercializados por la solicitante con los nombres GLUCIDEX® (DE disponibles = 1, 2, 6, 9, 12, 17, 19 para las maltodextrinas y DE = 21, 29, 33, 38, 39, 40, 47 para los jarabes de glucosa). También se pueden mencionar los jarabes de glucosa comercializados por la solicitante bajo la denominación « Roquette sirops de glucose ».

De acuerdo con una realización ventajosa de la presente invención, dicha mantequilla vegetal se caracteriza por que el agente de retrogradación es una maltodextrina, preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE menor de 10, y aún más preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE menor de 5.

10 En un modo preferido de la invención, la maltodextrina tiene un DE de 1.

15 La presente invención se refiere por tanto a una mantequilla vegetal que contiene harina de microalgas, un líquido potable y un agente de retrogradación seleccionado entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón, y que es capaz de sustituir total o parcialmente las materias grasas de origen vegetal y/o animal, y más particularmente las materias grasas de origen animal, como la mantequilla, en productos alimenticios, y más particularmente en productos de panificación, pastelería o bollería.

Por "totalmente" se entiende que el producto de panificación, pastelería o bollería ya no incluye materias grasas de origen vegetal y/o animal, preferiblemente ni siquiera en forma de trazas. Por "parcialmente" se entiende que, en comparación con la receta utilizada, el contenido en el ingrediente sustituido se reduce al menos en un 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 o 90% en peso, por ejemplo en aproximadamente 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 o 90% en peso.

20 La mantequilla vegetal de la presente invención se caracteriza por que comprende o contiene de 0,5 a 50% de harina de microalgas, de 5 a 80% de líquido potable y de 0,5 a 50% de un agente de retrogradación.

En una realización preferida de la invención, la mantequilla vegetal comprende o contiene de 5 a 20% de harina de microalgas, de 50 a 75% de líquido potable y de 5 a 20% de un agente de retrogradación.

25 En un modo aún más preferido, la mantequilla vegetal comprende o contiene de 5 a 20% de harina de microalgas, de 60 a 75% de agua y de 5 a 20% de maltodextrinas.

Los porcentajes indicados son porcentajes en peso de mantequilla vegetal.

30 La mantequilla vegetal de acuerdo con la invención contiene harina de microalgas, en particular al menos 0,5, 1, 5, 10, 15 o 20% en peso de mantequilla vegetal. En una realización preferida, debe observarse que la mantequilla vegetal de acuerdo con la invención no comprende fuentes significativas de lípidos (es decir, no representan más del 10, 5, 1 o 0,5% de los lípidos presentes en la mantequilla vegetal) además de las aportadas por la harina de microalgas.

35 En una realización preferida, la suma de los componentes que consisten en la harina de microalgas, el líquido potable y el agente de retrogradación representa al menos el 80, 85, 90, 95 o 99% en peso de la mantequilla vegetal. En una realización muy particular, la suma de los componentes que consisten en la harina de microalgas, el líquido potable y el agente de retrogradación representa al menos el 95 o 99% en peso de la mantequilla vegetal.

Preferiblemente, la mantequilla vegetal de acuerdo con la presente invención comprende menos del 10, 5 o 1% de materia grasa de origen animal. Preferiblemente, está desprovisto de la misma.

40 Las algas forman parte de los primeros organismos aparecidos en la Tierra y se definen como organismos eucariotas que carecen de raíces, tallo y hojas, pero que poseen clorofila y otros pigmentos accesorios para la fotosíntesis productora de oxígeno. Son azules, rojas, amarillas, doradas y marrones o también verdes. Representan más del 90% de las plantas marinas y el 18% del reino vegetal, con sus 40.000 a 45.000 especies. Las algas son organismos extremadamente variados en términos de tamaño, forma y estructura celular. Viven en un medio acuático o muy húmedo. Contienen muchas vitaminas y oligoelementos, y son verdaderamente depósitos de elementos activos estimulantes y beneficiosos para la salud y la belleza. Tienen propiedades antiinflamatorias, hidratantes, suavizantes, regeneradoras, tónicas y de antienvjecimiento. También poseen características "tecnológicas" que permiten aportar textura a un producto alimenticio. De hecho, los famosos aditivos E400 a E407 son en realidad compuestos extraídos de las algas, de los que se utilizan sus propiedades espesantes, gelificantes, emulsionantes y estabilizantes.

50 Entre las algas, se pueden distinguir las macroalgas y las microalgas, incluyendo las algas microscópicas unicelulares, fotosintéticas o no, de origen marino o no, cultivadas especialmente por sus aplicaciones en el campo de biocombustibles o alimenticio. Por ejemplo, la espirulina (*Arthrospira platensis*) se cultiva en lagunas abiertas (en condiciones fototróficas) para un uso como complemento alimentario o incorporada en pequeñas cantidades en productos de confitería o bebidas (generalmente menos del 0,5% p/p). Otras microalgas ricas en lípidos, que comprenden algunas especies de *Chlorella*, también son muy populares en los países asiáticos como complementos

alimentarios (se pueden citar las microalgas del género *Crypthecodinium* o *Schizochytrium*). La producción y el uso de harinas de microalgas se describen en los documentos WO 2010/120923 y WO 2010/045368.

5 En el sentido de la presente invención, la expresión "harina de microalgas" debe entenderse en su interpretación más amplia y como que designa, por ejemplo, una composición que comprende una pluralidad de partículas de biomasa de las microalgas. La biomasa de las microalgas se obtiene a partir de las células de microalgas, que pueden estar enteras o rotas, o una mezcla de células enteras y rotas. En el presente documento se entiende que la harina de microalgas se refiere a un producto que consiste esencialmente en biomasa de microalgas, es decir, al menos un 90, 95, 99%. En una realización preferida, la harina de microalgas comprende solo biomasa de microalgas.

10 La expresión "harina de microalgas" se refiere, por lo tanto, a la biomasa de microalgas, adecuada para el consumo humano que es rica en nutrientes, especialmente en lípidos y/o proteínas.

15 También se ha descrito (pero no forma parte de la invención) una harina de microalgas que se puede incorporar en productos alimenticios en los que el contenido en lípidos y/o proteínas de la harina de microalgas puede sustituir total o parcialmente los aceites y/o materias grasas y/o proteínas presentes en productos alimenticios convencionales.

La fracción lipídica de la harina de microalgas, que puede estar compuesta principalmente por aceites monoinsaturados, proporciona de este modo unos beneficios nutricionales y para la salud en relación con los aceites saturados, hidrogenados y poliinsaturados que a menudo se encuentran en los productos alimenticios convencionales.

20 La fracción proteica de la harina de microalgas que contiene muchos aminoácidos esenciales para el bienestar humano y animal, por lo tanto, también proporciona importantes beneficios nutricionales interesantes y para la salud.

En el sentido de la invención, las microalgas consideradas son especies que producen aceites y/o lípidos y/o proteínas apropiados.

25 De acuerdo con la invención, la biomasa de las microalgas comprende al menos un 10% en peso seco de lípidos, preferiblemente al menos un 12% e incluso más preferiblemente de un 25 a 35% o más en peso seco de lípidos.

Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, la expresión "rico en lípidos" debe interpretarse como que se refiere a contenidos de al menos un 10% en peso seco de lípidos, preferiblemente de al menos un 12% en peso seco de lípidos e incluso más preferiblemente, contenidos de al menos un 25 a 35% o más en peso seco de lípidos.

30 De acuerdo con un modo preferido de la invención, la biomasa de las microalgas contiene al menos un 12%; al menos un 25%, al menos un 50% o al menos un 75% en peso seco de lípidos.

De acuerdo con otra realización de la invención, la biomasa de las microalgas contiene al menos un 30% en peso seco de proteínas, al menos un 40%, o al menos un 45% en peso seco de proteínas.

35 Por lo tanto, de acuerdo con la receta del producto, el panadero pastelero podrá elegir si incorpora a su receta de producto horneado mejor una harina de microalgas que presenta un contenido elevado en lípidos o mejor una harina de microalgas que presenta un contenido elevado en proteínas, una harina de microalgas que presenta a la vez un contenido elevado en lípidos y proteínas, o también una mezcla de estos dos tipos de harinas de microalgas.

De acuerdo con un modo preferido de la invención, las microalgas pertenecen al género *Chlorella*.

40 La clorela (o *Chlorella*) es un alga verde unicelular microscópica o microalga de agua dulce que apareció en la tierra hace más de 3 mil millones de años, perteneciente al filo Chlorophytes. La clorela posee la mayor concentración de clorofila de todas las plantas, y su capacidad de fotosíntesis es considerable. Desde su descubrimiento, la clorela ha seguido generando un interés considerable en el mundo, y hoy se produce a gran escala para usos en complementos alimentarios y nutricionales. De hecho, la clorela contiene más del 60% de proteínas que contienen muchos aminoácidos esenciales para el bienestar humano y animal. La clorela también contiene muchas vitaminas (A, betacaroteno, B1: tiamina, B2: riboflavina, B3: niacina, B5: ácido pantoténico, B6: piridoxina, B9: ácido fólico, B12: cobalamina, vitamina C: ácido ascórbico, vitamina E: tocoferol, vitamina K: filoquinona), luteína (familia de carotenoides, potente antioxidante) y minerales como calcio, hierro, fósforo, manganeso, potasio, cobre y zinc. Además, la clorela contiene ciertos ácidos grasos poliinsaturados de tipo omega que son esenciales para el buen funcionamiento cardíaco y cerebral y la prevención de numerosas enfermedades como el cáncer, la diabetes o la obesidad.

50 Los beneficios relacionados con el consumo de clorela son muy numerosos. Es un complemento alimentario utilizado diariamente en Japón por 4 millones de personas. Tanto es así, que el gobierno japonés lo ha clasificado como un "alimento de interés nacional".

Opcionalmente, las microalgas utilizadas se pueden seleccionar, y de manera no exhaustiva, entre *Chlorella protothecoides*, *Chlorella kessleri*, *Chlorella minutissima*, *Chlorella sp.*, *Chlorella sorokiniana*, *Chlorella luteoviridis*,

*Chlorella vulgaris*, *Chlorella reisiiglii*, *Chlorella ellipsoidea*, *Chlorella saccarophila*, *Parachlorella kessleri*, *Parachlorella beijerinckii*, *Prototheca stagnora* y *Prototheca moriformis*. Preferiblemente, las microalgas utilizadas de acuerdo con la invención pertenecen a la especie *Chlorella protothecoides*.

En el contexto de la invención, *Chlorella protothecoides* se elige por su composición elevada en lípidos.

- 5 En una realización secundaria, *Chlorella protothecoides* también se elige debido a su composición elevada en proteínas.

En la harina de microalgas, las paredes celulares de las microalgas y/o los restos celulares de estas últimas pueden encapsular opcionalmente los lípidos, al menos hasta que el producto alimenticio que la contiene se hornea, lo que aumenta la vida útil de los lípidos.

- 10 La harina de microalgas también proporciona otros beneficios, como micronutrientes, fibras alimenticias (glúcidos solubles e insolubles), fosfolípidos, glicoproteínas, fitosteroles, tocoferoles, tocotrienoles y selenio.

Las microalgas se pueden modificar para reducir la producción de pigmentos, o incluso para inhibirla por completo. Por ejemplo, *Chlorella protothecoides* se puede modificar mediante mutagénesis por rayos UV y/o química de manera que los pigmentos se reducen o desaparecen.

- 15 De hecho, puede ser particularmente interesante tener microalgas desprovistas de pigmento para evitar obtener un color verde más o menos marcado en los productos horneados en los que se utiliza la harina de microalgas.

Como las microalgas están destinadas a la producción de harina para formulaciones alimenticias, de acuerdo con una realización preferida de la invención, las microalgas no sufren ninguna modificación genética, tal como por ejemplo, mutagénesis, transgénesis, ingeniería genética y/o química. Por lo tanto, las microalgas no han sufrido modificaciones en su genoma con ninguna técnica de biología molecular.

- 20

De acuerdo con este modo preferido, las algas destinadas a la producción de harina de microalgas poseen el estatuto GRAS. El concepto GRAS (generalmente reconocido como seguro), creado en 1958 por la "Food and Drug Administration" (FDA), permite la regulación de sustancias o extractos añadidos a los alimentos que un panel de expertos considera inocuos.

- 25 Las condiciones de cultivo apropiadas que se van a utilizar se describen en particular en el artículo de Ikuro Shihira-Ishikawa y Eiji Hase, « Nutritional Control of Cell Pigmentation in *Chlorella protothecoides* with special reference to the degeneration of chloroplast induced by glucose », *Plant and Cell Physiology*, 5, 1964.

En particular, este artículo describe que todas las tonalidades de color pueden ser producidas por *Chlorella protothecoides* (incoloro, amarillo, verde amarillento y verde), variando las fuentes y las proporciones de nitrógeno y carbono. En particular, las células "descoloridas" e "incoloras" se obtienen usando medios de cultivo ricos en glucosa y pobres en nitrógeno. La distinción entre células incoloras y células amarillas se realiza en este artículo. Además, las células decoloradas cultivadas con un exceso de glucosa y con nitrógeno limitado, poseen una fuerte tasa de crecimiento. Además, esas células contienen cantidades elevadas de lípidos.

- 30

Otros artículos como el de Han Xu, Xiaoling Miao, Qingyu Wu, « High quality biodiesel production from a microalga *Chlorella protothecoides* by heterotrophic growth in fermenters », *Journal of Biotechnology*, 126, (2006), 499-507, describen que las condiciones de cultivo heterotróficas, es decir, en ausencia de luz, permiten obtener una biomasa elevada con un alto contenido en lípidos en las células de microalgas.

- 35

Los medios de crecimiento sólidos y líquidos están generalmente disponibles en las publicaciones, y se pueden encontrar recomendaciones para la preparación de medios particulares adecuados para una amplia variedad de cepas de microorganismos, por ejemplo, en línea en [www.utex.org/](http://www.utex.org/), un sitio mantenido por la Universidad de Texas en Austin para su colección de cultivo de algas (UTEX).

- 40

En virtud de sus conocimientos generales y del estado de la técnica citado anteriormente, el experto en la técnica responsable de cultivar las células de microalgas será totalmente capaz de adaptar las condiciones del cultivo con el fin de obtener una gran biomasa, rica proteínas y/o lípidos y que carece de pigmentos de clorofila totalmente o de forma atenuada.

- 45

Las microalgas se cultivan en un medio líquido para producir la biomasa como tal.

Las microalgas se cultivan en un medio que contiene una fuente de carbono y una fuente de nitrógeno, ya sea en presencia de luz o en ausencia de luz.

- 50 De acuerdo con un modo preferido, las microalgas se cultivan en un medio que contiene una fuente de carbono y una fuente de nitrógeno en ausencia de luz (condiciones heterotróficas).

La producción de biomasa se realiza en fermentadores (o biorreactores). Los ejemplos específicos de biorreactores, las condiciones de cultivo y el crecimiento heterótrofo y los métodos de propagación se pueden combinar de

- 5 cualquier manera adecuada para mejorar la eficacia del crecimiento microbiano y la producción de lípidos y/o proteínas. Para preparar la biomasa para un uso en composiciones alimenticias, la biomasa obtenida al final de la fermentación se concentra o se recoge del medio de fermentación. En el momento de la recogida de la biomasa de microalgas del medio de fermentación, la biomasa comprende células intactas esencialmente suspendidas en un medio de cultivo acuoso.
- Para concentrar la biomasa, se lleva a cabo después una etapa de separación sólido-líquido mediante filtración, mediante centrifugación o mediante cualquier medio conocido por los expertos en la materia. Después de la concentración, la biomasa de microalgas se puede tratar con el fin de producir pasteles envasados al vacío, copos de algas, material homogeneizado de algas, polvo de algas, harina de algas o aceite de algas.
- 10 La biomasa de microalgas también se seca para facilitar el tratamiento posterior o un uso de la biomasa en sus diversas aplicaciones, en particular las aplicaciones alimentarias.
- Se pueden conferir diferentes texturas y sabores a los productos alimenticios, dependiendo de si la biomasa de las algas está seca y, de ser así, en función del método de secado utilizado. Se hace referencia a los documentos de patentes US 6.607.900 y US 6.372.460 para los ejemplos.
- 15 La harina de microalgas se puede preparar a partir de la biomasa de microalgas concentrada que se ha lisado mecánicamente y homogeneizado, en donde a continuación el material homogeneizado se atomiza o se seca rápidamente.
- 20 Las células utilizadas para la producción de harina de microalgas se lisan para liberar su aceite o lípidos. Las paredes celulares y los componentes intracelulares se trituran o se reducen, por ejemplo, por medio de un homogeneizador, para obtener partículas o restos celulares no aglomerados. De acuerdo con un modo preferido de la invención, las partículas resultantes tienen un tamaño medio de menos de 500  $\mu\text{m}$ , 100  $\mu\text{m}$  o incluso 10  $\mu\text{m}$  o menos.
- Las células lisadas también se pueden secar.
- 25 Por ejemplo, se puede usar un disruptor a presión para bombear una suspensión que contiene las células a través de un orificio restringido para lisar las células. Se aplica una presión elevada (hasta 150000 kPa), seguida de una expansión instantánea a través de una boquilla. La ruptura de las células se puede lograr mediante tres mecanismos diferentes: intrusión de la válvula, cizallamiento elevado del líquido en el orificio y caída repentina de la presión en la salida, lo que provoca una explosión de la célula.
- El método libera las moléculas intracelulares.
- 30 Se puede usar un homogeneizador NIRO (GEA NIRO SOAVI) (o cualquier otro homogeneizador de alta presión) para romper las células.
- Este tratamiento de la biomasa de las algas a alta presión (aproximadamente 150000 kPa) generalmente lisa más del 90% de las células y reduce el tamaño de las partículas a menos de 5 micrómetros.
- La presión aplicada es de 90000 kPa a 120000 kPa. Preferiblemente, la presión aplicada es de 110000 kPa.
- 35 Para aumentar el porcentaje de células lisadas, la biomasa de las microalgas se puede someter a un tratamiento doble a alta presión, o incluso más veces (tratamiento triple, etc.).
- 40 De acuerdo con un modo preferido, se usa una homogeneización doble con el fin de aumentar el porcentaje de células lisadas a más del 50%, más del 75% o más del 90%. El porcentaje de células lisadas de aproximadamente un 95% se ha observado gracias a este tratamiento doble. La lisis de las células de microalgas es opcional, pero se prefiere cuando se desea una harina rica en lípidos (por ejemplo, superior al 10%).
- La harina de microalgas puede estar en forma de células no lisadas.
- O bien se desea una lisis parcial, es decir, que la harina de microalgas esté en forma de células parcialmente lisadas y contenga de un 25% a 75% de células lisadas.
- 45 O incluso se desea una lisis máxima o incluso total, es decir que la harina de microalgas esté en forma de células altamente o totalmente lisadas y contenga un 85% o más de células lisadas, preferiblemente más de un 90%.
- Por lo tanto, la harina de microalgas es susceptible de estar desde una forma no molida hasta una forma extremadamente molida con grados de molienda superiores al 95%. Ejemplos específicos se refieren a harinas de microalgas que tienen grados de molienda del 50%, 85% o 95% de lisis celular, preferiblemente del 85% o 95%.
- 50 En otra realización (que no forma parte de la invención) se produce una harina de microalgas rica en proteínas. Esta harina de microalgas rica en proteínas puede estar en forma de células sin lisar (células intactas sin lisar y sin triturar).

- Alternativamente, se emplea un molino de bolas en su lugar. En este tipo de molino, las células se agitan en suspensión con pequeñas partículas abrasivas. La ruptura de las células está provocada por fuerzas de cizallamiento, la molienda entre las bolas y las colisiones con las bolas. De hecho, estas bolas rompen las células para liberar el contenido celular. Una descripción de un molino de bolas adecuado se realiza, por ejemplo, en el
- 5 documento de patente US 5.330.913. Se obtiene una suspensión de partículas, opcionalmente de tamaño más pequeño que las células originales, en forma de una emulsión de "aceite en agua". Esta emulsión se puede atomizar y eliminar el agua, dejando un polvo seco que contiene los restos celulares y los lípidos. Después del secado, el contenido en agua o la humedad del polvo es generalmente inferior al 10%, preferiblemente inferior al 5% y más preferiblemente inferior al 3% en peso.
- 10 Sin embargo, al contener aceite con un contenido del 10%, 25% o incluso 50% en peso del polvo seco, se puede lamentar obtener un polvo seco de aspecto pegajoso, que fluye con dificultad. Se deben añadir por ello diferentes agentes de fluidez (incluidos los productos derivados de la sílice). También se pueden encontrar problemas de dispersabilidad en el agua de las harinas de biomasa seca, por lo que presentan propiedades de humectabilidad menos buenas.
- 15 La compañía solicitante ha desarrollado gránulos de harina de microalgas (que no forman parte de la invención) que tienen una distribución de tamaño de partícula particular, propiedades de fluidez y humectabilidad remarcables. En particular, esos gránulos permiten estabilizar la harina de microalgas y permiten una incorporación fácil de las mismas, a gran escala, en productos alimenticios que deben conservar su buen sabor y ser nutritivos.
- Los gránulos de harina de microalgas de mantequilla vegetal de acuerdo con la invención se caracterizan por tanto
- 20 por que poseen una o varias de las siguientes características:
- una distribución de tamaño de partícula monomodal, medida en un granulómetro láser LS de la marca COULTER®, comprendida entre 2 y 400 µm, centrada en un diámetro de partícula (modo D) entre 5 y 15 µm,
  - grados de fluidez, determinados de acuerdo con una prueba A, comprendidos entre 0,5 y 60% en peso para un residuo del tamizado en 2.000 µm, comprendidos entre 0,5 y 60% en peso para un residuo del tamizado
  - 25 en 1.400 µm y comprendidos entre 0,5 y 95% en peso para un residuo del tamizado en 800 µm,
  - un grado de humectabilidad, expresado de acuerdo con una prueba B, por la altura del producto decantado en un vaso de precipitados con un valor comprendido entre 0 y 4 cm, preferiblemente entre 0 y 2 cm, y más preferiblemente entre 0 y 0,5 cm.
- 30 Preferiblemente, los gránulos de harina de microalgas poseen dos de estas características, e incluso más preferiblemente las tres características. De acuerdo con una realización ventajosa de la invención, los gránulos de harina de microalgas se caracterizan por que poseen al menos las tres características mencionadas anteriormente.
- Los gránulos de harina de microalgas se pueden caracterizar primero por su distribución de tamaño de partícula, y específicamente por su diámetro de partícula. Esta medición se realiza en un granulómetro láser LS de la marca
- 35 COULTER® equipado con su módulo de dispersión de volumen pequeño o SVM (125 ml) siguiendo las especificaciones del fabricante (en las « *Small Volume Module Operating instructions* »).
- Las partículas de harina de microalgas se aglomeran durante su preparación. A pesar de esta aglomeración, los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con la invención también tienen propiedades de fluidez bastante satisfactorias, según una prueba A.
- 40 Estas propiedades de fluidez confieren numerosas ventajas en la producción de productos alimenticios utilizando harina de microalgas. Por ejemplo, cuando se preparan productos alimenticios, se deben realizar muchas mediciones precisas de la cantidad de harina, y frecuentemente se preparan partes alcuotas de harina de forma automática. Por lo tanto, es indispensable que la harina y, más particularmente, la harina de microalgas tenga una buena capacidad de fluidez, de modo que no se aglomere en los sistemas automatizados industriales.
- 45 La prueba A consiste en medir el grado de cohesión de los gránulos de harina de microalgas.
- La prueba A consiste en primer lugar en tamizar los gránulos de harina de microalgas sobre un tamiz con un tamaño de malla de 800 µm. Los gránulos de harina que tienen un tamaño menor de 800 µm se recuperan a continuación, se introducen en un recipiente cerrado y se someten a una mezcla con movimiento epicicloidal con la ayuda de un
- 50 mezclador de laboratorio de la marca TURBULA tipo T2C. Mediante esta mezcla, de acuerdo con sus propias características, los gránulos de harina de microalgas expresarán su propensión a aglomerarse o a repelerse entre sí.
- Los gránulos mezclados de este modo se depositan a continuación en una columna de 3 tamices (2000 µm, 1400 µm, 800 µm) para un nuevo tamizado.
- Una vez finalizado el tamizado, se cuantifica el residuo en cada tamiz y el resultado ofrece una idea del carácter "cohesivo" o "pegajoso" de los gránulos de harina de microalgas.

Por lo tanto, un polvo de gránulos que fluye libremente, por lo tanto, poco cohesivo, prácticamente no será detenido por los tamices de gran abertura, pero se detendrá cada vez más a medida que las mallas de dichos tamices se vuelvan más estrechos.

El protocolo para medir el tamaño de partícula según la prueba A es el siguiente:

- 5 - tamizar la cantidad de producto requerida en un tamiz de 800  $\mu\text{m}$  para recuperar 50 g de producto con un tamaño menor de 800  $\mu\text{m}$ .
- introduzca esos 50 g de gránulos de harina con un tamaño menor de 800  $\mu\text{m}$  en un frasco de vidrio con una capacidad de 1 litro (Ref. BVBL Verrerie Villeurbanne-Villeurbanne France) y cerrar la tapa,
- 10 - colocar ese frasco en el mezclador TURBULA modelo T2C ajustado a una velocidad de 42 rpm (Willy A. Bachofen Sarl-Sausheim-Francia) y mezclar durante 5 minutos,
- preparar una columna de 3 tamices (de la marca Saulas - diámetro 200 mm; Paisy Cosdon - Francia) que se colocarán sobre un tamizador de la marca Fritsch modelo Pulverisette tipo 00.502; detalles del montaje partiendo de una parte inferior a la superior: tamizador, base del tamiz, tamiz de 800  $\mu\text{m}$ , tamiz de 1400  $\mu\text{m}$ , tamiz de 2000  $\mu\text{m}$ , tapa del tamizador.
- 15 - colocar el polvo resultante de la mezcla en la parte superior de la columna (tamiz de 2000  $\mu\text{m}$ ), cerrar con la tapa el tamizador y tamizar durante 5 minutos en el tamizador FRITSCH, con una amplitud 5 en posición continua,
- pesar el residuo en cada tamiz.

Los gránulos de harina de microalgas presentan entonces:

- 20 - entre 0,5 y 60% en peso para el residuo en 2.000  $\mu\text{m}$ ,
- entre 0,5 y 60% en peso para el residuo en 1.400  $\mu\text{m}$ , y
- entre 0,5 y 95% en peso para el residuo en 800  $\mu\text{m}$ .

A modo de comparación, los polvos de harina de microalgas preparados mediante tecnologías de secado convencionales (atomización de efecto simple) presentan un aspecto pegajoso y de fluidez baja, lo que se traduce en un comportamiento de acuerdo con la prueba A:

- 25 - entre 50 y 90% en peso de residuo en 2.000  $\mu\text{m}$
- entre 0,5 y 30% en peso de residuo en 1.400  $\mu\text{m}$
- entre 5 y 40% en peso de residuo en 800  $\mu\text{m}$ .

En otras palabras, la mayoría del polvo de harina de microalgas (más del 50% del polvo) no puede superar el umbral de 2.000  $\mu\text{m}$ , aunque inicialmente se tamizaba en 800  $\mu\text{m}$ .

Estos resultados demuestran que las tecnologías de secado convencionales conducen más bien a la producción de polvos muy cohesivos, ya que después de mezclar, utilizando poca energía mecánica (tiempo del tamizado de apenas 5 minutos), las partículas de menos de 800  $\mu\text{m}$  no logran atravesar un tamiz de 2000  $\mu\text{m}$ , una abertura que es sin embargo 2,5 veces más grande. Es fácil deducir a partir de esto que un polvo convencional que muestra ese comportamiento no es fácil de implementar en una preparación en la que se recomienda una distribución homogénea de los ingredientes.

Por el contrario, las harinas de microalgas descritas anteriormente son más fáciles de implementar porque son menos pegajosas. Esta naturaleza menos pegajosa es evidente a partir de numerosas mediciones que incluyen el tamaño pequeño de los gránulos, la humectabilidad elevada y la fluidez mejorada.

40 Los gránulos de harina de microalgas muestran solo un ligero residuo (<50%) en 2000  $\mu\text{m}$  para la familia de gránulos de tamaño de partícula fino y casi ningún residuo (5%) para la familia de gránulos de tamaño de partícula grande. Por lo tanto, se demuestra que las partículas de harina de microalgas producidas según los métodos descritos en la presente invención, son menos pegajosas que las harinas de microalgas preparadas según los métodos convencionales descritos en la técnica anterior.

45 Los gránulos de harina de microalgas finalmente se caracterizan por un grado de humectabilidad destacado, de acuerdo con una prueba B.

La humectabilidad es una propiedad tecnológica muy utilizada para caracterizar un polvo puesto en suspensión en agua, por ejemplo, en las industrias lácteas.

Refleja la capacidad de un polvo para sumergirse después de haber sido depositado en la superficie del agua (Haugaard Sorensen et al. « Méthodes d'analyse des produits laitiers déshydratés », Niro A/S (ed.), Copenhague, Dinamarca, 1978), y por lo tanto refleja la capacidad del polvo para absorber agua en su superficie (Cayot P. et Lorient D., « Structures et technofonctions des protéines du lait ». Paris: Airlait Recherches: Tec et Doc, Lavoisier, 1998).

5

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

10

También se asocia con la humectabilidad la capacidad de hinchamiento del polvo. De hecho, cuando un polvo absorbe agua, se hincha gradualmente. Después, la estructura del polvo desaparece cuando los diversos componentes se solubilizan o dispersan.

15

Entre los factores que influyen en la humectabilidad, se encuentra la presencia de partículas primarias grandes, la reintroducción de finos, la densidad del polvo, la porosidad y la capilaridad de las partículas de polvo, así como la presencia de aire, la presencia de materias grasas en la superficie de las partículas de polvo y las condiciones de reconstitución.

La prueba B desarrollada por la compañía solicitante consiste en este documento considerar más particularmente el comportamiento del polvo de harina de microalgas cuando entra en contacto con el agua, midiendo, después de un cierto tiempo de contacto, la altura del polvo que se decanta cuando se coloca en la superficie del agua.

El protocolo para esta prueba es el siguiente:

20

- en un vaso de precipitados bajo de 600 ml (vaso de precipitados FISCHERBRAND FB 33114), introducir 500 ml de agua desmineralizada a 20°C,

- colocar uniformemente 25 g de polvo de la harina de microalgas en la superficie del agua, sin mezclar,

- observar el comportamiento del polvo después de 3 horas de contacto,

25

- medir la altura del producto que ha penetrado a través de la superficie del agua y se decanta en el fondo del vaso de precipitados.

Un polvo muy cohesivo, pegajoso y de humectabilidad baja permanecerá en la superficie del líquido, mientras que un polvo con mejor humectabilidad, menos pegajoso, se decantará más fácilmente.

30

Los gránulos de harina de microalgas presentan entonces un grado de humectabilidad, expresado según esta prueba B, por la altura del producto decantado en un vaso de precipitados, con un valor de entre 0 y 4 cm, preferiblemente entre 0 y 2 cm, y más preferiblemente entre 0 y 0,5 cm.

A modo de comparación, la harina de microalgas secada de forma clásica mediante atomización de efecto simple, se mantiene en la superficie del agua y no se hidrata lo suficiente como para poder decantarse en el fondo del vaso de precipitados.

Los gránulos de harina de microalgas descritos anteriormente también se caracterizan por:

35

- su densidad aparente,

- su área de superficie específica y

- su comportamiento después de dispersarse en el agua.

40

La densidad aparente se determina de acuerdo con un método convencional para medir la densidad aparente, es decir midiendo la masa de un recipiente vacío (en gramos) de volumen conocido, y luego midiendo la masa del mismo recipiente lleno con el producto que se va a someter a ensayo.

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

45

Para esta prueba, se emplea el recipiente de 100 ml y el raspador así como el dispositivo de medición comercializados por la compañía HOSOKAWA bajo la marca POWDER TESTER type PTE, utilizando el método recomendado en las "instrucciones de funcionamiento" para medir una densidad aparente.

En estas condiciones, los gránulos de harina de microalgas tienen una densidad aparente de entre 0,30 y 0,50 g/ml.

Este valor de densidad aparente es de lo más destacada ya que los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con la invención tienen una densidad mayor que la harina de las microalgas secadas por la vía clásica. De hecho, se

acepta que la densidad de un producto será incluso menor si se granula por atomización, por ejemplo, menor de 0,30 g/ml.

Sin embargo, aún granulados, los productos tienen una densidad aparente mayor de lo esperado.

Los gránulos de harina de microalgas también se pueden caracterizar por su área de superficie específica.

5 La superficie específica se determina sobre el conjunto de la distribución de tamaño de partícula de los gránulos de harina de microalgas por medio de un analizador de área de superficie específica Quantachrome, basado en una prueba de absorción de nitrógeno en la superficie del producto sometido al análisis, realizada en un aparato SA3100 de Beckmann Coulter, siguiendo la técnica descrita en el artículo BET Surface Area by Nitrogen Absorption de S. BRUNAUER et al. (Journal of American Chemical Society, 60, 309, 1938).

10 Los gránulos de harina de microalgas, después de una desgasificación durante 30 minutos a 30°C al vacío, tienen un área de superficie específica de entre 0,10 y 0,70 m<sup>2</sup>/g.

A modo de comparación, la harina de microalgas secadas por atomización clásica, tiene un área de superficie específica según BET de 0,65 m<sup>2</sup>/g.

15 Por lo tanto, es sorprendente constatar que los gránulos de harina de microalgas, más densos que la harina de microalgas clásica, tienen un área de superficie específica que es más pequeña cuanto más grande sea su tamaño.

Los gránulos de harina de microalgas se pueden obtener mediante un procedimiento de atomización particular, que utiliza boquillas de pulverización de alta presión en una torre de flujos paralelos que dirige las partículas hacia una banda en movimiento, ubicada en la parte inferior de la torre. Después, el material se transporta como una capa porosa a través de las zonas de secado posterior y enfriamiento, lo que le da una estructura crujiente, como la de una torta que se rompe al final de la banda. El material se procesa luego para obtener el tamaño de partícula deseado. Para proceder a la granulación de la harina de algas, siguiendo ese principio de atomización, es posible utilizar, por ejemplo, un atomizador FILTERMAT™ comercializado por la compañía GEA NIRO o un sistema de secado TETRA MAGNA PROLAC DRYER™ comercializado por la compañía TETRA PAK. Sorprendente e inesperadamente, la empresa solicitante ha constatado que la granulación de la harina de microalgas para implementar, por ejemplo, este procedimiento FILTERMAT™, permitía no solo preparar con un alto rendimiento un producto de acuerdo con la invención en términos de la distribución de tamaño de partícula y su capacidad de fluidez, sino también de conferirle propiedades inesperadas de humectabilidad sin que fuera necesario el uso de agentes aglutinantes de granulación ni de agentes antiapelmazantes (aunque se pueden emplear opcionalmente). De hecho, los procedimientos descritos anteriormente (como la atomización de efecto simple) no permiten obtener el conjunto de las características deseadas.

El procedimiento para preparar los gránulos de harina de microalgas (que no forma parte de la invención) comprende por tanto las siguientes etapas:

1) preparar una emulsión de harina de microalgas con un contenido en materia seca entre 15 y 40% en peso seco,

2) introducir esa emulsión en un homogeneizador de alta presión,

35 3) pulverizar en un atomizador vertical equipado con una banda móvil en su base y una boquilla de alta presión en su parte superior, mientras que se ajusta:

a) la presión aplicada al nivel de las boquillas de pulverización a valores de más de 10000 kPa, preferiblemente entre 10000 y 20000 kPa, y más preferiblemente entre 16000 y 17000 kPa,

b) la temperatura de entrada comprendida entre 150°C y 250°C, preferiblemente entre 180°C y 200°C, y

40 c) la temperatura de salida en esa zona de atomización entre 60°C y 120°C, preferiblemente entre 60°C y 110°C y más preferiblemente entre 60°C y 80°C,

4) ajustar las temperaturas de entrada de la zona de secado en la banda móvil entre 40°C y 90°C, preferiblemente entre 60°C y 90°C, y la temperatura de salida entre 40°C y 80°C, y ajustar las temperaturas de entrada de la zona de enfriamiento a una temperatura entre 10°C y 40°C, preferiblemente entre 10°C y 25°C, y la temperatura de salida entre 20°C y 80°C, preferiblemente entre 20°C y 60°C,

45 5) Recoger los gránulos de harina de microalgas así obtenidos.

La primera etapa del procedimiento consiste en preparar una suspensión de harina de microalgas, preferiblemente una harina de microalgas rica en lípidos (por ejemplo de 30% a 70%, preferiblemente de 40% a 60% de lípidos por peso seco celular), en agua con una materia seca comprendida entre 15 y 40% del peso seco.

50 De acuerdo con un modo preferido del procedimiento para producir la harina de microalgas, se obtiene después de la fermentación una biomasa que puede tener una concentración entre 130 g/l y 250 g/l, con un contenido en lípidos

de aproximadamente 50% del peso seco, un contenido en fibras de 10% a 50% del peso seco, un contenido en proteínas de 2% al 15% del peso seco y un contenido en azúcar inferior a 10% del peso.

5 De acuerdo con otro modo de implementación del procedimiento para producir la harina de microalgas, se obtiene después de la fermentación una biomasa que puede tener una concentración comprendida entre 130 g/l y 250 g/l, con un contenido en proteínas de aproximadamente 50% del peso seco, un contenido en fibra de 10% a 50% del peso seco, un contenido en lípidos de 10% a 20% del peso seco y un contenido en azúcar inferior a 10% del peso.

La biomasa extraída del medio de fermentación por cualquier medio conocido por los expertos en la técnica, a continuación:

- se concentra (por ejemplo mediante centrifugación),
- 10 - opcionalmente se conserva mediante la adición de conservantes convencionales (benzoato de sodio y sorbato de potasio, por ejemplo),
- se muelen las células.

15 La emulsión a continuación se puede homogeneizar. Esa homogeneización a alta presión de la emulsión se puede realizar en un dispositivo de dos etapas, por ejemplo, un homogeneizador GAULIN vendido por la compañía APV, con una presión de 10000 a 25000 kPa en la primera etapa y de 1000 a 6000 kPa en la segunda etapa.

20 La suspensión de harina homogeneizada de ese modo, se pulveriza después en un atomizador vertical equipado con una banda móvil en su base y una boquilla de alta presión en su parte superior. La presión aplicada a nivel de las boquillas de pulverización se ajusta a valores de más de 10000 kPa, preferiblemente entre 10000 y 20000 kPa, y más preferiblemente entre 16000 y 17000 kPa, la temperatura de entrada se ajusta de modo que está comprendida entre 150°C y 250°C, preferiblemente entre 180°C y 200°C, y la temperatura de salida en esa zona de atomización se ajusta de modo que está comprendida entre 60°C y 120°C, preferiblemente entre 60°C y 110°C y más preferiblemente entre 60°C y 80°C.

25 La banda móvil permite desplazar el material a través de las zonas de secado posterior y enfriamiento. La temperatura de entrada de la zona de secado en la banda móvil se establece entre 40°C y 90°C, preferiblemente entre 60°C y 90°C, y la temperatura de salida de la zona de secado se ajusta entre 40°C y 80°C, y la temperatura de entrada de la zona de enfriamiento se ajusta entre 10°C y 40°C, preferiblemente entre 10°C y 25°C, y la temperatura de salida de la zona de enfriamiento se establece entre 20°C y 80°C, preferiblemente entre 20°C y 60°C.

30 La presión aplicada y la temperatura de entrada de la zona de secado son parámetros importantes para determinar la textura de la torta a nivel de la banda móvil y, por lo tanto, tienen un impacto en la distribución del tamaño de las partículas.

Los gránulos de harina de microalgas de acuerdo con las condiciones de la etapa precedente del procedimiento caen sobre la banda móvil con una humedad residual comprendida entre 2 y 4%.

35 Con el fin de llevar el grado de humedad de los gránulos de harina de microalgas al valor deseado menor del 4%, y más preferiblemente menor del 2%, la compañía solicitante ha descubierto que estos baremos de temperatura de las zonas de secado y de enfriamiento se deben respetar. Opcionalmente, se puede añadir un antioxidante (de tipo butilhidroxianisol (BHA), butilhidroxitolueno (BHT) u otros conocidos para un uso alimentario) antes de la etapa de secado para preservar la frescura y la conservación.

La última etapa del procedimiento consiste finalmente en recoger los gránulos de harina de microalgas así obtenidos.

40 De acuerdo con un modo preferido, los gránulos de harina de microalgas contienen al menos 10% del peso seco de lípidos, preferiblemente al menos 12% y aún más preferiblemente de 25 a 35% o más del peso seco de lípidos.

En un modo particular, los gránulos de harina de microalgas contienen al menos 25% de lípidos, o al menos 55% de lípidos expresados como peso seco.

45 Los gránulos de harina de microalgas obtenidos según el procedimiento descrito anteriormente, son susceptibles de contener células de microalgas intactas, una mezcla de células de microalgas intactas y células molidas o principalmente células de microalgas molidas.

En una realización, se desea una lisis no a fondo, es decir, que el porcentaje de células intactas contenidas en los gránulos de la harina de microalgas esté comprendido entre un 25% y 75%.

50 De acuerdo con otra realización, se desea una lisis parcial, es decir, de un 25% a 75% de células lisadas presentes en la harina de microalgas.

De acuerdo con otra realización, se desea una lisis total, es decir, la harina de microalgas contiene 85% o más de

las células lisadas, preferiblemente 90% o más.

Por lo tanto, de acuerdo con las aplicaciones deseadas, se elegirá una harina de microalgas que posea una tasa más o menos elevada de células lisadas.

5 En un modo preferido, la invención se dirige a productos alimenticios de los campos de la galletería, la pastelería y la bollería.

En la presente invención, las expresiones "producto para hornear" y "producto de panificación", así como los términos "panificación", "pastelería", "bollería" y "galletería" deben interpretarse de manera amplia, ya que generalmente se refieren al campo de la producción de productos horneados a partir de masas fermentadas a base de almidón, así como a otros campos de la panificación y bollería.

10 En estos campos, las materias grasas de origen vegetal y/o animal, y más particularmente la mantequilla, ocupan un lugar predominante y es muy difícil sustituirlas.

En la presente invención, la expresión "materia grasa de origen animal y/o vegetal" debe entenderse en su sentido más amplio y como que designa, por ejemplo, y de manera no limitativa, cualquier producto seleccionado entre las mantequillas, las margarinas o los aceites.

15 Según el primer artículo del decreto del 30/12/1988, la denominación "mantequilla" está reservada para el producto lácteo de tipo emulsión de agua en materia grasa, obtenido por procedimientos físicos y en donde los componentes son de origen lácteo. Debe representar, por 100 g de producto final, no menos de 82 g de materia grasa butírica, no más de 2 g de materia seca no grasa y no más de 16 g de agua. Es el resultado del batido de la crema de leche, después de la maduración de la misma. Las mantequillas de acuerdo con la presente invención pueden ser secas o  
20 grasas. Una mantequilla seca se compone esencialmente de triglicéridos que contienen ácidos grasos de punto de fusión elevado. Una mantequilla grasa se compone esencialmente de triglicéridos que contienen ácidos grasos de punto de fusión bajo. Las mantequillas también pueden estar fraccionadas. Para compensar las diferencias de plasticidad de la mantequilla según la estación, los fabricantes han mejorado la mantequilla mediante un fraccionamiento de la cristalización de los ácidos grasos. Las ventajas para los profesionales son obvias. No solo se  
25 dispone durante todo el año de una materia prima constante en términos de calidad, sino que se adapta especialmente a sus producciones. La otra modificación realizada por los profesionales es la concentración. Se elimina toda el agua de la mantequilla (16% en una mantequilla fresca). Se obtiene una mantequilla concentrada, con un promedio de 99% de grasa, que se conserva muy bien. Esta mantequilla concentrada, que puede estar fraccionada o no, siempre se le añade un marcador ya desde su fabricación, para distinguirla de la mantequilla  
30 fresca, que no está concentrada. Finalmente, la mantequilla también puede estar en polvo. La mantequilla tiene como ventaja principal los valores que transmite, valores que son idénticos a los desarrollados por el artesano: materia prima de calidad, producto noble, que goza de una fuerte imagen entre los consumidores. Además, permite que los productos terminados se denominen "mantequilla". Y en términos de sabor, no tiene comparación.

35 Según el decreto del 30/12/1988, la denominación "margarina" está reservada para el producto obtenido por la mezcla de materia grasa y agua o leche o derivados de la leche, que se presenta en forma de una emulsión que contiene al menos 82% de materia grasa, en donde no más del 10% es de origen lácteo. Dicho esto, lo más frecuentemente la margarina es una emulsión de aceite en agua complementada con aditivos de tipo lecitina de soja.

40 De acuerdo con la presente invención, la materia grasa de origen vegetal también designa los aceites. Elaborados principalmente a partir de plantas oleaginosas, los aceites vegetales son la sustancia grasa más consumida en el mundo. Se distinguen dos tipos de aceites: los aceites líquidos extraídos principalmente a partir de las aceitunas, maní, girasol, soja, colza y germen de maíz, que tienen la particularidad de permanecer líquidos a 15°C; y los aceites concretos extraídos a partir de la palma, almendra de palma y copra (nuez de coco) que, por el contrario se solidifican y son sólidos a 15°C.

45 En los campos a los que se refiere la presente invención, las materias grasas de origen animal y/o vegetal, y más particularmente la mantequilla, deben tener diferentes propiedades dependiendo de los principales tipos de aplicación pretendidos.

50 Por lo tanto, para una aplicación como "relleno y cobertura de productos de pastelería", las propiedades reológicas y organolépticas de las materias grasas utilizadas deben producir en la boca, ya que el producto final se consume crudo, una impresión de "que se deshace", sin "pegarse en la boca". A nivel de textura, ya que la materia grasa es abundante en este tipo de recetas, la formulación debe permitir una introducción de aire fácil y estable en el tiempo. La naturaleza demasiado plástica de una materia grasa, como por ejemplo la margarina, es una desventaja para esta aplicación; una cohesión demasiado fuerte de la materia grasa puede reducir su capacidad de esponjamiento.

55 Para una aplicación de "incorporación" que agrupa los productos de tipo bollo y pastel o cualquier otra aplicación llamada "masa amarilla", la materia grasa se debe dispersar, a menudo rápidamente, en la masa durante el amasado, por lo que deberá ser fácil de incorporar. Por lo tanto, la materia grasa debe tener una consistencia relativamente débil y una textura poco plástica o nada plástica que permita una buena capacidad de dispersión en la

masa. Por lo tanto, se busca una materia grasa flexible que se mezcle íntimamente con los otros ingredientes, con un punto de fusión generalmente bajo ya que las masas se trabajan a temperatura ambiente.

Finalmente, en lo que respecta a la aplicación de "hojaldrado y masa hojaldrada levada", las materias grasas de origen utilizadas deben tener dos propiedades esenciales: un punto de fusión elevado y una gran plasticidad. La plasticidad permite que la materia grasa se reparta fácilmente al extenderla con un rodillo pero sin romperse ni resquebrajarse. Además, una gran plasticidad también permite adaptarse a las tensiones mecánicas y al calentamiento que tiene lugar durante el estiramiento con rodillo. Estas características conducen a la capacidad de formar una película resistente y homogénea durante el estiramiento con rodillo. De hecho, la técnica de hojaldrado consiste en intercalar mediante plegados sucesivos (doblado y estiramiento con rodillo) las capas de masa (masa base) y las capas de materia grasa del mismo grosor, lo que permite, durante el horneado, el desarrollo del producto y la obtención de capas de masa separadas. Todo el arte del pastelero será obtener texturas amasadas de la masa base y de la mantequilla lo más cercanas posible, para favorecer un apilamiento lo más homogéneo posible de las capas. Las masas hojaldradas levadas (para cruasanes y otro tipo de bollos similares) se elaboran según el mismo principio, pero la levadura se incorpora en la masa base, hay menos vueltas y estiramientos y la masa obtenida de este modo se coloca en un horno antes de la cocción ("levado previo antes de la cocción"). Estas masas tienen una gran friabilidad y un desarrollo particular debido a la acción de la levadura incorporada en la masa base, pero también por el desarrollo de las capas de masa obtenidas durante la preparación de los pliegues sucesivos de la masa base con la mantequilla.

La solicitante ha demostrado que la mantequilla vegetal de acuerdo con la presente invención puede satisfacer todas las especificidades mencionadas anteriormente, usualmente requeridas para las materias grasas tradicionales. Por tanto dicha mantequilla vegetal tiene un comportamiento tecnológico, reológico y plástico muy bueno, y hace que los productos terminados tengan una calidad excelente, independientemente de la aplicación prevista. Esto la convierte en una aliada principal en los obradores, en especial debido a que se usa un solo tipo de materia grasa para varias aplicaciones.

La invención también se refiere a un procedimiento para preparar mantequilla vegetal, caracterizado por que comprende:

- una mezcla de una harina de microalgas, un líquido potable y un agente de retrogradación seleccionado entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón, hasta la disolución completa, y
- un almacenamiento en frío.

En un modo preferido, el líquido potable es agua y el agente de retrogradación es una maltodextrina, preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE inferior a 10, e incluso más preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE inferior a 5.

En un modo preferido, dicho procedimiento para preparar mantequilla vegetal comprende:

- una primera mezcla de una harina de microalgas y un agente de retrogradación, y preferiblemente una maltodextrina, una maltodextrina que tiene un DE inferior a 10, y aún más preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE inferior a 5,
- una disolución de la mezcla anterior en agua con agitación hasta una dispersión completa,
- un almacenamiento a una temperatura inferior a 10°C y preferiblemente inferior a 5°C durante un período superior a 5 horas, y preferentemente superior a 10 horas.

Las características particulares de los gránulos de la harina de microalgas utilizada permiten a esta última que se disuelva bien cuando se disuelve en agua.

Dicho procedimiento permite obtener una mantequilla vegetal que tiene la textura de un gel ablandado, es decir, que tiene las características reológicas cercanas a las de la materia grasa utilizada generalmente (mantequilla y/o margarinas).

Dicha mantequilla ablandada se incorpora después a recetas de panificación, pastelería y/o bollería en las que posibilita reemplazar algunas o la totalidad de las materias grasas de origen vegetal y/o animal utilizadas tradicionalmente, al tiempo que permite responder a las exigencias del procedimiento de preparación utilizado.

La invención también se refiere al procedimiento para preparar un producto de panificación, pastelería y/o bollería caracterizado por que contiene una mantequilla vegetal tal y como se describe en el presente documento, sustituyendo de forma parcial o total las materias grasas de origen animal y/o vegetal.

Dicho procedimiento se caracteriza por que comprende:

- una mezcla de los diferentes ingredientes, incluyendo la mantequilla vegetal hasta obtener una masa, y
- hornear dicha masa.

La invención se entenderá mejor con la lectura de los siguientes ejemplos, que pretenden ser ilustrativos haciendo solo referencia a ciertas realizaciones y propiedades ventajosas de acuerdo con la invención, y no son limitativos.

## 5 Ejemplos

Ejemplo 1: Producción de harina de microalgas

Una cepa de *Chlorella protothecoides* (referencia UTEX 250) se cultiva en un fermentador y de acuerdo con técnicas conocidas por el experto en la materia, de modo que no produce pigmento clorofílico. La biomasa resultante se concentra a continuación para obtener una concentración final de células de microalgas de 150 g/l.

- 10 Las células se desactivan opcionalmente mediante tratamiento térmico a través de una zona HTST (alta temperatura/corto tiempo) a 85°C durante 1 minuto.

Para el resto de las operaciones, la temperatura se puede mantener por debajo de 8-10°C.

- 15 A continuación, la biomasa lavada se muele utilizando un molino de bolas que puede ser del tipo "molino de microesferas" y se investigan a continuación varios grados de molienda, especialmente de lisis: 50% de molienda y 85% de molienda.

En una de las realizaciones, no se aplica molienda y por tanto el grado de molienda es cero.

La biomasa generada de este modo y opcionalmente molida se puede pasteurizar a continuación en una zona HTST (1 minuto a 70-80°C) y homogeneizar a presión en un homogeneizador GAUVIN de dos etapas (25000 kPa en la primera etapa / 5000 kPa en la segunda etapa) después de ajustar el pH a 7 con hidróxido de potasio.

- 20 De este modo se obtienen tres lotes de harina de microalgas:

- lote 0%: no se aplica ninguna molienda;
- lote 50%: el grado de lisis de las células después de la molienda es del 50%;
- lote 85%: el grado de lisis de las células después de la molienda es del 85%.

- 25 Dependiendo de las condiciones de cultivo aplicadas, el contenido en lípidos de la biomasa de microalgas es superior al 35% y el contenido en proteínas inferior al 20%.

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

Los tres lotes de biomasa obtenidos en el Ejemplo 1 se secan en un dispositivo FILTERMAT para obtener los gránulos de harina de microalgas.

- 30 El procedimiento de atomización consiste en pulverizar la suspensión homogeneizada a alta presión en un dispositivo de tipo FILTERMAT comercializado por la empresa GEA/NIRO, equipado con una boquilla de inyección de alta presión de tipo DELAVAN, bajo las siguientes condiciones:

- la presión se ajusta de 16000 a 17000 kPa,
- temperatura de entrada de la atomización: 180°C a 200°C,
- temperatura de salida: 60°C a 80°C,
- 35 - temperatura de entrada de la zona de secado: 60°C a 90°C,
- temperatura de salida: 65°C,
- temperatura de entrada de la zona de enfriamiento: 10°C a 20°C

El polvo llega entonces a la banda con una humedad residual comprendida entre 2 y 4%.

- 40 A la salida de la banda: los gránulos de las harinas de microalgas tienen una humedad residual comprendida entre 1 y 3%, del orden del 2%.

Ejemplo 3: Preparación de una mantequilla vegetal

Composición de la mantequilla vegetal de acuerdo con la invención

- Agua: 75 g, es decir 60%,
- Harina de microalgas con diferentes grados de molienda: 25 g, es decir, 20%,
- Maltodextrina de tipo GLUCIDEX 1: 25 g, es decir 20%.

Modo operativo

- 5 Mientras que se agita en una mezcladora, se añade agua a la mezcla de harina de microalgas y de maltodextrinas.

Se mantiene todo en agitación hasta la disolución completa de los ingredientes.

A continuación, la mezcla se enfría para que la retrogradación del hidrolizado de almidón lo endurezca todo en forma de una mantequilla ablandada que sea adecuada para sustituir a las materias grasas de origen vegetal y/o animal. En general, se debe calcular al menos 12 horas a 4°C.

- 10 Ejemplo 4: Preparación de galletas "digestivas"

Una galleta digestiva es un tipo de galleta inglesa; su nombre proviene de la creencia de que tenía propiedades como antiácido, debido al hecho de que contenía bicarbonato de sodio en los comienzos de su producción.

El control se realizó con biscuitine™ 500 como materia grasa. Biscuitine 500 es una mezcla de grasas vegetales fraccionadas y no hidrogenadas, comercializada por LODERS CROKLAAN BV.

- 15 Las tres pruebas se llevaron a cabo sustituyendo una parte de la materia grasa de partida con la mantequilla vegetal obtenida de acuerdo con el Ejemplo 3.

Se sometieron a ensayo tres grados de molienda de la harina de microalgas: 0%, 50% y 85%.

La prueba 4 se realizó sin harina de microalgas pero con una mezcla de Glucidex 1 + agua. Para respetar las proporciones, la harina de microalgas fue reemplazada por fibra de guisante.

- 20 Composición de las galletas: Tabla 1

	Control	Con mantequilla vegetal Harina al 0%	Con mantequilla vegetal Harina al 50%	Con mantequilla vegetal Harina al 85%	Con Glucidex 1 y sin harina de microalgas
		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
	%	%	%	%	%
Agua	6,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Bicarbonato de sodio	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Bicarbonato de amonio	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Sacarosa	18,0%	18,0%	18,0%	18,0%	17,8%
Jarabe de glucosa	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Mantequilla vegetal según el ejemplo 3	<b>0,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>5,0%</b>	<b>0%</b>
<i>Glucidex 1</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%
<i>Agua</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%
<i>Fibra de guisante</i>	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%
Biscuitine 500	13,0%	8,0%	8,0%	8,0%	7,9%
Lecitina de soja	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Harina de trigo	56,3%	57,3%	57,3%	57,3%	57,7%
Leche desnatada en polvo	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%	2,5%
Sal	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Sodio pirofosfatado	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
Aroma de vainilla	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%

Aroma de mantequilla	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
<b>Total:</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Protocolo de preparación de las galletas

- Disolver el bicarbonato de sodio y el bicarbonato de amonio en agua.
- Añadir azúcar y jarabe de glucosa. Mezclar en una mezcladora durante un minuto a la velocidad 1.
- 5 - Añadir biscuitine y lecitina. Mezclar durante dos minutos a la velocidad 2.
- Añadir la mantequilla vegetal para las tres pruebas y la mezcla Glucidex 1 + agua + fibra de guisante para la prueba 4.
- Mezclar durante un minuto a la velocidad 2.
- 10 - Añadir los otros ingredientes en forma de polvo. Mezclar durante dos minutos a la velocidad 1, luego un minuto a la velocidad 1.
- Hornear en horno de solera a 170°C durante 9 minutos.

Análisis de las galletas obtenidas: Tabla 2

	Control	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4
aw J+3	0,21	0,30	0,26	0,21	0,16
% de H2O J+3	3,6	4,8	4,2	3,7	3,2

Las galletas de control y las de las cuatro pruebas anteriores fueron degustadas a ciegas por un panel de catadores.

- 15 En términos de dureza, las galletas de la prueba 3 se consideraron menos duras que las de las pruebas 1 y 2, y equivalentes a las del control. Dicho esto, las galletas de las pruebas 1 y 2 se han clasificado de todas formas como que satisfacían los criterios de degustación deseados.

Las más duras eran las de la prueba 4, que contienen menos materia grasa y no contienen harina de microalgas.

- 20 Parece que la mantequilla vegetal que contiene harina de microalgas con un grado de molienda del 85% da los mejores resultados: las galletas son menos duras, la aw (actividad del agua) y la humedad residual son menores. Son las más cercanas a la prueba de control.

Por lo tanto, es posible sustituir una parte de las materias grasas de origen vegetal por una mantequilla vegetal según la presente invención. La reducción de la materia grasa es del 38% en esta prueba.

El interés de la presente invención queda así demostrado.

- 25 Ejemplo 5: Preparación de galletas escocesas (« shortbreads »)

Las galletas escocesas son galletas muy ricas en grasa (≈ 30%) y azúcar. Su textura es más bien arenosa y muy crujiente. La fórmula de control contiene como materias grasas 2/3 de aceite de palma hidrogenado y 1/3 de mantequilla.

En estas pruebas, toda la mantequilla se reemplaza por una mantequilla vegetal de acuerdo con la invención.

- 30 Se realizaron tres pruebas con los tres grados de molienda de la harina de microalgas obtenida de acuerdo con el Ejemplo 1: 0%, 50% y 85%.

Composición de las galletas: Tabla 3

	Control (31% de materia grasa)	Pruebas con mantequilla vegetal con harina de microalgas con diferentes grados de molienda		
	Control (g)	Prueba 1 (0%) en g	Prueba 2 (50%) en g	Prueba 3 (85%) en g
A Biscuitine 500	105	105	105	105

## ES 2 752 019 T3

		Control (31% de materia grasa)	Pruebas con mantequilla vegetal con harina de microalgas con diferentes grados de molienda		
		Control (g)	Prueba 1 (0%) en g	Prueba 2 (50%) en g	Prueba 3 (85%) en g
	Mantequilla	50	0	0	0
	Mantequilla vegetal	0	50	50	50
	Azúcar	105	105	105	105
B	Agua	45	45	45	45
	Extracto de vainilla	10	10	10	10
C	Harina de trigo	180	180	180	180
	Leche en polvo	3	3	3	3
	Sal	2	2	2	2
<b>TOTAL</b>		500	500	500	500

### Protocolo de preparación de las galletas

- Mezclar las materias grasas y el azúcar (parte A) en una mezcladora durante 3 minutos a la velocidad 3.
  - Añadir agua y extracto de vainilla (parte B) y mezclar durante dos minutos a la velocidad 2.
- 5
- Añadir los polvos (parte C) y mezclar durante dos minutos a la velocidad 2.
  - Con una manga pastelera, formar galletas redondeadas sobre una placa con aproximadamente el mismo tamaño y forma. La distribución con un manguito o una manga pastelera permite poder dar a la galleta una forma en espiral y estriada (que recuerda a un caracol).
  - Hornear en un horno de solera a 170°C durante 9 minutos.
- 10
- Análisis de las galletas obtenidas.
- Se realizaron mediciones de la aw y del contenido en agua. La distribución de la masa, el color y la textura también se compararon.
- Para la distribución, se busca una forma plana y regular, con una masa que esté bien extendida y que no fluya.
- El área promedio se calcula midiendo la altura y el ancho de la galleta y multiplicándolas entre sí.
- 15
- Los diseños son las líneas dejadas por el borde del manguito o la manga pastelera. Todavía deben estar presentes una vez que se realiza el horneado.

Control: Tabla 4

	Control (31% de materias grasas)
aw J+3	0,37
% de H2O J+3	3,5
aw después del secado 100°C 10 min	0,34
% de H2O después del secado 100°C 10 min	3,7
Distribución Forma Diseño	Buena distribución regular Forma redondeada Diseños claramente presentes

Pruebas: Tabla 5

	Prueba 1 (0%)	Prueba 2 (50%)	Prueba 3 (85%)
aw J+3	0,44	0,52	0,48
% de H2O J+3	5,5	6,8	6,2
aw después del secado 100°C 10 min	0,31	0,35	0,33
% de H2O después del secado 100°C 10 min	3,8	4,6	4,3
Distribución Forma Diseño	Buena distribución regular Forma redondeada Diseño +++	Buena distribución regular Forma redondeada Diseño ++	Buena distribución regular Forma redondeada Diseño +

De forma paralela, también se realizaron pruebas con una receta que contenía maltodextrina de tipo Glucidex 1 mezclada con agua pero sin harina de microalgas.

- 5 Todas las galletas obtenidas (control y pruebas 1, 2 y 3) tienen una buena distribución cuando la masa se deposita en la bandeja para hornear con la manga pastelera. La forma redondeada se conserva durante todo el proceso de horneado. En cuanto a los diseños en forma de estrías, se conservan más o menos bien en la parte superior de la galleta. Los mejores resultados en términos de aspecto visual se obtienen para la prueba 1 que contiene la manteca vegetal (0% de harina molida).

Las diferentes galletas fueron degustadas por un panel de catadores.

- 10 Las galletas más duras son aquellas preparadas con maltodextrina Glucidex 1 pero sin harina de microalgas. Por lo tanto, parece que la harina de microalgas aporta una ventaja en términos de textura en las galletas bajas en grasa, en comparación con una solución de solamente Glucidex 1. Las galletas se clasifican como menos duras y más crujientes, con una textura arenosa muy buena, que recuerda a la que confiere la presencia de manteca en las recetas.
- 15 Por lo tanto, es posible sustituir una parte de las materias grasas de origen animal por una manteca vegetal según la presente invención. La reducción de la materia grasa es del 30% en esta prueba. Las galletas obtenidas tienen la misma textura arenosa y deseada que las galletas de control que contienen manteca.

El interés de la presente invención queda así demostrado.

Ejemplo 6: Preparación de galletas blandas

- 20 El objetivo de esta prueba es reducir las materias grasas de las galletas blandas (productos más bien destinados a la restauración fuera del hogar), es decir, galletas que provienen de masas frescas o congeladas que se hornean para ser consumidas en el día. Estas galletas se caracterizan por una textura suave en el centro y más bien crujiente en la parte superior y los lados. Por lo tanto, estos productos son bastante ricos en materias grasas y las masas están más hidratadas que las masas de galletas tradicionales.
- 25 Por lo tanto, el objetivo de estas pruebas es preparar una manteca vegetal según el Ejemplo 3, utilizando harinas de microalgas con los tres grados de molienda de la harina de microalgas obtenidas según el Ejemplo 1: 0%, 50% y 85%.

Estas diferentes mantecas vegetales se usan después para reemplazar parcialmente la materia grasa de la fórmula: es decir, 100 g de manteca se reemplazan por 100 g de manteca vegetal.

- 30 Composición de las galletas: Tabla 6

	Control		Con manteca vegetal Harina 0%		Con manteca vegetal Harina 50%		Con manteca vegetal Harina 85%	
	g	%	g	%	g	%	g	%
Manteca	170,0	17,0%	70,0	7,2%	70,0	7,2%	70,0	7,2%
Lecitina de soja	2,0	0,2%	2,0	0,2%	2,0	0,2%	2,0	0,2%

## ES 2 752 019 T3

Extracto de vainilla	8,0	0,8%	8,0	0,8%	8,0	0,8%	8,0	0,8%
Agua	60,0	6,0%	60,0	6,2%	60,0	6,2%	60,0	6,2%
Mantequilla vegetal	0,0%	0,0%	60,0%	10,4%	60,0%	10,4%	60,0%	10,4%
Sacarosa	140,0	14,0%	140,0	14,4%	140,0	14,4%	140,0	14,4%
Azúcar moreno de caña	104,0	10,4%	104,0	10,7%	104,0	10,7%	104,0	10,7%
Harina de trigo	240,0	24,0%	260,0	26,8%	260,0	26,8%	260,0	26,8%
Almidón de trigo	12,0	1,2%	12,0	1,2%	12,0	1,2%	12,0	1,2%
Almidón Pregeflo P100	12,0	1,2%	12,0	1,2%	12,0	1,2%	12,0	1,2%
Huevo entero en polvo	12,0	1,2%	12,0	1,2%	12,0	1,2%	12,0	1,2%
Levadura química	6,0	0,6%	6,0	0,6%	6,0	0,6%	6,0	0,6%
Sal	4,0	0,4%	4,0	0,4%	4,0	0,4%	4,0	0,4%
Chispas de chocolate	230,0	23,0%	180,0	18,6%	180,0	18,6%	180,0	18,6%
Total	1000,0	100%	970,0	100%	970,0	100%	970,0	100%

### Protocolo para preparar las galletas

- Mezclar las materias grasas, la lecitina, el agua y el extracto de vainilla en una mezcladora durante 2 minutos a la velocidad 1.
- 5 - Añadir todos los polvos y mezclar durante dos minutos a la velocidad 2.
- Añadir las chispas o las inclusiones de chocolate.
- Usar una cuchara para bolas de helado para dar forma a las galletas en una bandeja para hornear.
- Hornear en un horno a 175°C durante 6 minutos.

### Análisis de los productos terminados: Tabla 7

Valores estimados para 100 g	Control		Receta con mantequilla vegetal		% de diferencia en relación con el control
	481	2010	434	1813	
Calorías (kCal/kJ)	481	2010	434	1813	-9,8
Proteínas	5,3		5,5		4,3
Materias grasas	23,9		16,6		-30,6
Carbohidratos	61,1		65,6		+7,3
... de los cuales DP1,2	38,0		39,2		+3,2
Fibras	2,4		2,9		+21,1
... fibras insolubles	2,4		2,7		+12,2
... fibras solubles	0,0		0,2		
Grasas saturadas	15,4		9,7		-36,9
Grasas monoinsaturadas	6,7		5,3		-21,1
Grasas poliinsaturadas	1,2		1,0		-15,5
Colesterol	67,8		44,6		-34,2

10

Las galletas que contienen la mantequilla vegetal de acuerdo con la invención tienen un contenido calórico menor que las galletas de control. Además, la ingesta de grasas y colesterol malos también disminuye significativamente.

Las galletas también fueron degustadas por un panel de catadores. Las tres pruebas proporcionan galletas que son muy satisfactorias en términos de textura final y sabor.

Otras pruebas consistieron en congelar las galletas una vez que se realizó su modelado. Todas las galletas se podían modelar y congelar sin problemas. A continuación es posible hornearlas en el horno sin descongelarlas de antemano, adaptando el tiempo de cocción a doce minutos. Las galletas obtenidas también se consideran muy esponjosas y muy buenas.

- 5 La manteca vegetal de acuerdo con la presente invención proporciona resultados interesantes en lo que respecta a la reducción de la materia grasa de las galletas ligeras. El interés radica especialmente en la textura suave de la galleta, que incluso se mejora en comparación con la receta de control.

10 En esta prueba, el grado de molienda de la harina de microalgas que es parte de la composición de la manteca vegetal, no afecta en absoluto al resultado final. Los tres grados de molienda analizadas proporcionan resultados similares y muy satisfactorios.

El interés de la presente invención queda así demostrado.

Ejemplo 7: Preparación de cruasanes

15 El objetivo de este ejemplo es preparar cruasanes con una manteca vegetal que contiene harina de microalgas (grado de molienda del 0% y 85%) con el fin de mejorar el perfil nutricional de los cruasanes de manteca. Estos cruasanes se comparan después con la fórmula de control de cruasanes con manteca para plegar.

En esta prueba, una parte de la manteca de partida se ha reemplazado por la manteca vegetal de acuerdo con la invención, con el objetivo de aligerar el perfil nutricional de los cruasanes.

Composición de los cruasanes: Tabla 8

	Cruasanes de control		Cruasanes aligerados	
	g	%	g	%
Harina de trigo	980	41,0%	980	41,0%
Gluten	20	0,8%	20	0,8%
Sal	25	1,0%	25	1,0%
Levadura seca (OSMO)	16	0,7%	16	0,7%
Sacarosa	110	4,6%	110	4,6%
Huevos enteros	100	4,2%	100	4,2%
Ácido ascórbico	0,2	0,01%	0,2	0,01%
Nutrilife AM17	0,2	0,01%	0,2	0,01%
Lametop 300	3	0,1%	3	0,1%
Prefera SSL 600	5	0,2%	5	0,2%
Agua	480	20,1%	480	20,1%
Manteca	650	27,2%	487	20,4%
Manteca vegetal según la invención	0	0,0%	163	6,8%
<b>Total:</b>	<b>2389,4</b>	<b>100%</b>	<b>2389,4</b>	<b>100%</b>

- 20 La fórmula para la masa base en la que se integra la manteca vegetal es la misma para los cruasanes de control (manteca para plegar convencional con un contenido en materia grasa del 84%) que para los llamados cruasanes reducidos en materia grasa. Se utilizan las mismas proporciones para el hojaldrado (580 g de masa = masa base para 215 g de manteca o de mezcla de manteca y manteca vegetal).

Protocolo para preparar cruasanes

- 25
- Mezclar en una amasadora todos los polvos durante 30 segundos a la velocidad 1.
  - Añadir el agua y los otros ingredientes líquidos y mezclar durante 10 minutos a la velocidad 2.
  - Dejar reposar en el refrigerador durante 2 horas.
  - Proceder a un estiramiento de las mantecillas o (espesor 10 mm).
  - Proceder a un estiramiento de la masa (espesor 8 mm) e insertar la manteca en la masa. Doblar.
- 30
- Proceder al estiramiento del conjunto (en primer lugar 20 mm, después 12 mm, después 8 mm y por último 6,5 mm).

## ES 2 752 019 T3

- Proceder a una “vuelta sencilla” del conjunto.
  - Proceder al estiramiento del conjunto (en primer lugar 20 mm, después 12 mm, después 8 mm y por último 6,5 mm).
  - Proceder a una “vuelta doble” del conjunto.
- 5
- Dejar reposar durante 30 minutos en el refrigerador.
  - Proceder al estiramiento del conjunto (en primer lugar 20 mm, después 12 mm, después 8 mm y por último 6,5 mm).
  - Proceder a una “vuelta sencilla” del conjunto.
- 10
- Proceder al estiramiento del conjunto (en primer lugar 20 mm, después 12 mm, después 8 mm y por último 6,5 mm).
  - Proceder a una “vuelta doble” del conjunto.
  - Proceder a un último estiramiento hasta la obtención de un espesor de la masa de 4 mm.
  - Formar los cruasanes.
  - Levado o crecimiento en horno a 26°C, 75% de HR durante 1 hora y 20 minutos.
- 15
- Cocción en horno a 190°C durante 25 minutos.

### Observaciones sobre el amasado

La masa base se elabora de forma clásica. Es dúctil y muy manipulable.

A nivel de dar forma a los cruasanes, los mejores resultados se obtienen con la mantequilla vegetal que contiene harina de microalgas no lisada.

### 20 Análisis de los cruasanes: Tabla 9

	Control de mantequilla	Con mantequilla vegetal harina al 0%
Calorías (kCal/kJ)	380 kCal/1589 kJ	342 kCal/1428 kJ
Proteínas	6,1	6,1
Contenido en materias grasas	23,6	19,1
Carbohidratos	36,0	36,3
<i>de los cuales DP 1, 2</i>	<i>5,0</i>	<i>5,1</i>
Fibras totales	0,8	1,3
	Reducción de materia grasa	19,1%
	Reducción calórica	10,0%

25 Los cruasanes obtenidos fueron degustados por un jurado capacitado y se compararon con los cruasanes de control de “mantequilla pura”. Su textura se juzgó como hojaldrada y ligera y su sabor muy parecido al sabor de los cruasanes de control. En otros términos, los cruasanes que contenían la mantequilla vegetal de acuerdo con la presente invención han sido considerados muy buenos en lo que respecta al aspecto visual, el color, la textura y el sabor.

30 Por tanto, es posible sustituir una parte de las materias grasas de origen animal por una mantequilla vegetal de acuerdo con la presente invención. La reducción de la materia grasa es del 19% en esta prueba. Los cruasanes obtenidos son similares en términos de calidad a los cruasanes obtenidos según la receta para mantequilla pura, siendo estos últimos mucho más calóricos.

### Ejemplo 8: Preparación de masa quebrada

#### Composición de la masa quebrada

- 500 g de harina

- 200 g de mantequilla vegetal preparada según el ejemplo 3
  - 10 g de sal
  - 100 g de azúcar
  - 110 g de huevo
- 5 - 50 g de agua

Protocolo de preparación

- Mezclar bien los polvos con la materia grasa en una mezcladora durante 3 minutos a la velocidad 2.
  - Añadir los huevos y el agua y mezclar el conjunto durante dos minutos a la velocidad 2.
  - Estirar la masa, rellenar el molde y hornear el conjunto.
- 10 En paralelo, se ha preparado la misma receta con 200 g de mantequilla de origen animal.
- Las dos masas se hornearon en blanco y se sometieron a un ensayo ciego.
- No se pudo detectar ninguna diferencia significativa entre las dos.
- Esta receta permite una sustitución parcial de las materias grasas de origen animal y una reducción de aproximadamente un 20% de la materia grasa.
- 15 El interés de la presente invención queda así demostrado.

**REIVINDICACIONES**

1. Mantequilla vegetal caracterizada por que contiene harina de microalgas, un líquido potable y un agente de retrogradación seleccionado entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón.
- 5 2. Mantequilla vegetal según la reivindicación precedente, caracterizada por que el agente de retrogradación se selecciona entre los hidrolizados de almidón.
3. Mantequilla vegetal según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el agente de retrogradación es una maltodextrina, preferiblemente una maltodextrina que posee un DE inferior a 10, y aún más preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE inferior a 5.
- 10 4. Mantequilla vegetal según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que contiene de 0,5% a 50% de harina de microalgas, de 5% a 80% de líquido potable y de 0,5% a 50% de un agente de retrogradación.
5. Mantequilla vegetal según la reivindicación 4, caracterizada por que contiene de 5% a 20% de harina de microalgas, de 50% a 75% de líquido potable y de 5% a 20% de un agente de retrogradación.
- 15 6. Mantequilla vegetal según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el líquido potable se selecciona entre agua, zumos de frutas, néctares de frutas, zumos de verduras, néctares de verduras, gaseosas y preferiblemente agua.
7. Mantequilla vegetal según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la harina de microalgas está en forma de gránulos que tienen una o varias de las siguientes características, preferiblemente las tres:
  - 20 - una distribución de tamaño de partícula monomodal, medida con un granulómetro láser LS de la marca COULTER®, comprendida entre 2 y 400 µm, centrada en un diámetro de partícula (modo D) entre 5 y 15 µm,
  - grados de fluidez, determinados según una prueba A, comprendidos entre 0,5 y 60% en peso para un residuo del tamizado en 2.000 µm, comprendidos entre 0,5 y 60% en peso para un residuo del tamizado en 1.400 µm y comprendidos entre 0,5 y 95% en peso para un residuo del tamizado en 800 µm,
  - 25 - un grado de humectabilidad, expresado según una prueba B, por la altura del producto decantado en un vaso de precipitados, con un valor comprendido entre 0 y 4 cm, preferentemente entre 0 y 2 cm, y más preferentemente entre 0 y 0,5 cm.
- 30 8. Mantequilla vegetal según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la harina de microalgas es una harina en la que las microalgas son del género *Chlorella*, y más particularmente de la especie *Chlorella protothecoides*.
9. Mantequilla vegetal según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la biomasa de las microalgas contiene al menos 12%, al menos 25%, al menos 50% o al menos 75% en peso seco de lípidos.
- 35 10. Procedimiento para la preparación de una mantequilla vegetal según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que comprende:
  - una mezcla de una harina de microalgas, un líquido potable y un agente de retrogradación seleccionado entre los almidones naturales, los almidones modificados y/o los hidrolizados de almidón, hasta una disolución completa, y
  - un almacenamiento en frío.
- 40 11. Procedimiento para la preparación de una mantequilla vegetal según la reivindicación precedente, caracterizado por que comprende:
  - una primera mezcla de una harina de microalgas y un agente de retrogradación, y preferiblemente una maltodextrina, una maltodextrina que tiene un DE inferior a 10, y aún más preferiblemente una maltodextrina que tiene un DE inferior a 5,
  - 45 - una disolución de la mezcla precedente en agua con agitación hasta una dispersión completa, y
  - un almacenamiento a una temperatura inferior a 10°C y preferiblemente inferior a 5°C durante un período superior a 5 horas, y preferentemente superior a 10 horas.
- 50 12. Procedimiento para la preparación de un producto de panificación, pastelería y/o bollería, caracterizado por que contiene una mantequilla vegetal según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, como un sustituto parcial o total de las materias grasas de origen animal y/o vegetal.

13. Procedimiento para la preparación de un producto de panificación según la reivindicación precedente, caracterizado por que comprende:

- mezclar los diferentes ingredientes hasta obtener una masa, y
- hornear dicha masa.