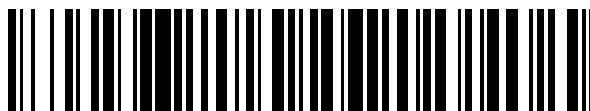


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 132**

51 Int. Cl.:

A21D 13/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.03.2014** **PCT/US2014/021007**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2014** **WO14149810**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.03.2014** **E 14712941 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017** **EP 2983504**

54 Título: **Mejora del sabor y la textura del salvado y el germen**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201361793254 P

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

19.12.2017

73 Titular/es:

**INTERCONTINENTAL GREAT BRANDS LLC
(100.0%)**

**100 Deforest Avenue
East Hanover, NJ 07936, US**

72 Inventor/es:

**ZHAO, BIN;
GABRIEL, SARWAT;
HAYNES, LYNN y
ERRANDONEA, FRANCOIS**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 647 132 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

Mejora del sabor y la textura del salvado y el germen.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a procesos continuos para mejorar el sabor y la textura de los componentes o ingredientes del salvado y el germen que se pueden utilizar para preparar harinas integrales estabilizadas. La presente invención se refiere también a productos alimenticios, tales como productos horneados preparados a partir de componentes del salvado mejorados y harinas integrales que tienen una textura y un sabor superiores.

Antecedentes

Los productos alimenticios que contienen elevados niveles de grano entero están recomendados por las directrices alimenticias del 2010 de la USDA ya que los granos enteros son una buena fuente de nutrientes de interés. Para los adultos, estos nutrientes incluyen calcio, potasio, fibra, magnesio, y vitaminas A (como carotenoides), C, y E. Sin embargo, el consumo de granos enteros se ha retrasado principalmente debido a determinadas calidades de los alimentos de grano entero, tales como el aspecto y la textura gruesos y arenosos del ingrediente de harina de grano entero normalmente disponible para el uso. Más recientemente, las harinas de trigo integrales comerciales se venden con un tamaño de partícula reducido. Sin embargo, los productos horneados preparados a partir de harinas integrales siguen presentando una sensación en boca seca, granulada, y un aroma o sabor de "trigo", grano, o heno y cantidades bajas de sabor caramelizado tras el horneado.

El vapor u otras fuentes de calor se utilizan para inactivar enzimas tales como lipasa y lipoxigenasa en granos enteros. Se puede conseguir también la inactivación de la lipasa o la lipoxigenasa calentando una fracción de salvado o el componente de salvado para obtener un componente de salvado estabilizado y a continuación combinar el componente de salvado estabilizado con una fracción o componente de endospermo para obtener una harina integral estabilizada. Sin embargo, calentar los granos enteros o la fracción de salvado o el componente de salvado para inactivar enzimas no asegura la eliminación del sabor a trigo o granulado y la obtención de una textura y sabor mejorados en los productos horneados. También, el calentamiento de los granos enteros para inactivar las enzimas para obtener una harina integral estabilizada puede dar como resultado una gelatinización excesiva del almidón o puede desnaturalizar las proteínas y afectar adversamente el desarrollo de la red de gluten. La gelatinización excesiva o la interrupción de la producción de la red de gluten puede afectar adversamente la maquinabilidad de la masa, y la funcionalidad de la harina en productos horneados tales como galletas o galletas saladas en términos de capacidad de retención de disolventes y extensión en el horno.

Por consiguiente, existe necesidad desde hace mucho tiempo de un método para producir componentes de salvado y germen y harinas integrales que no presenten sabor a trigo o a crudo, o un sabor u olor rancio, sino que presenten un sabor a mantequilla, de nuez caramelizada y una textura no arenosa, y excelente maquinabilidad de la masa y funcionalidad de horneado, sin interrupción sustancial de la producción de red de gluten así como estabilización frente a la degradación enzimática.

EP-1393634 se refiere a un método para procesar granos de avena.

US-4 435 430 se refiere a un cereal dulce completamente natural, con un alto contenido de fibra en el que se han sacificado todas las enzimas naturales derivadas de cereales integrales.

WO-2006/127922 se refiere a productos de grano entero y a los métodos para prepararlos.

Sumario de la invención

En una realización, el sabor y la textura de un componente o fracción de salvado y germen molido se mejora sometiendo el componente de salvado y germen molido a calentamiento a la vez que se transporta y mezcla el componente de salvado y germen molido en un dispositivo de transporte y mezcla. El componente o fracción de salvado y germen molido que comprende salvado y germen sometido al tratamiento pueden tener al menos 50 % en peso de salvado y un contenido de humedad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso basándose en el peso del componente o fracción de salvado y germen molido. El calentamiento, tal como mediante inyección de vapor directa o indirecta puede llevarse a cabo para calentar el componente o fracción de salvado y germen a una temperatura de aproximadamente 140,6 °C a aproximadamente 210 °C (aproximadamente 285 °F a aproximadamente 410 °F) para volatilizar los componentes volátiles de sabor a trigo y la humedad del componente de salvado y germen molido y para desarrollar un sabor a mantequilla y nuez caramelizada en el componente de salvado. Los componentes del sabor a trigo y la humedad se eliminan del dispositivo de mezcla y transporte durante el tratamiento térmico para reducir el contenido de humedad del componente de salvado y el germen en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso y para obtener un componente de salvado molido seco que tenga un contenido de humedad de aproximadamente 1,5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso. El componente de salvado molido seco se retira del dispositivo de transporte y de mezcla para obtener un componente de salvado y germen molido no expandido que tiene un

sabor no de trigo y de nuez caramelizada y una textura no arenosa. El uso de una reducción de humedad sustancial con un calentamiento a elevada temperatura y un contenido de humedad bajo proporciona el desarrollo del sabor a la vez que reduce sabor a trigo, la granulosis, o la crudeza, y consigue también la inhibición de la lipasa y la estabilización frente a la ranciedad derivada de la producción de ácidos grasos libres.

5 En una realización, el contenido de humedad, la temperatura de tratamiento y el tiempo, y la cizalladura se pueden usar para controlar la gelatinización del almidón y la funcionalidad del horneado para los componentes o fracciones del salvado y el germen que contienen almidón o endospermo.

10 En un aspecto, se puede llevar a cabo el calentamiento del componente de salvado y el germen para evitar una gelatinización sustancial del almidón contenido en el componente de salvado y germen mediante el transporte y la mezcla a baja presión, y calentando el contenido con baja humedad. En dichas realizaciones, el componente de salvado y germen molido sometido a calentamiento puede tener un contenido de humedad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 12 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 7 % en peso a aproximadamente 9 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 7,5 % en peso a aproximadamente 8,5 % en peso, basándose en el peso del componente de salvado y el germen molido, el calentamiento puede ser a una temperatura de aproximadamente 143,3 °C a aproximadamente 176,7 °C (de aproximadamente 290 °F a aproximadamente 350 °F), preferiblemente, de aproximadamente 154,4 °C a aproximadamente 165,6 °C (de aproximadamente 310 °F a aproximadamente 330 °F) para volatilizar los componentes volátiles del sabor a trigo y la humedad en el componente de salvado y germen molido y para desarrollar un sabor a mantequilla y nuez caramelizada en el componente de salvado. También, el contenido de humedad del componente de salvado y germen puede reducirse en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso para obtener un componente de salvado molido seco que tiene un contenido de humedad de aproximadamente 1,5 % en peso a aproximadamente 4,5 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 2,5 % en peso a aproximadamente 3,5 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 2,8 % en peso a aproximadamente 3,2 % en peso, y el calentamiento puede llevarse a cabo durante un periodo de tiempo de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 6 minutos, preferiblemente de aproximadamente 2 minutos a aproximadamente 4 minutos, con máxima preferencia de aproximadamente 2,5 minutos a aproximadamente 3,5 minutos.

30 El calentamiento del componente de salvado y germen puede llevarse a cabo para conseguir una gelatinización sustancial del almidón contenido en el componente de salvado y germen mediante el transporte y la mezcla a alta presión y alto cizallamiento en una extrusora de cocinado con contenido de humedad bajo para desarrollar un sabor caramelizado sin quemar el componente. El sabor y la textura del componente de salvado y germen se mejora sometiendo a calentamiento el componente de salvado y germen molido que tiene un contenido de humedad de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 25 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 12 % en peso a aproximadamente 18 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 14 % en peso a aproximadamente 16 % en peso, basándose en el peso del componente de salvado y el germen molido, el calentamiento puede ser a una temperatura de aproximadamente 140,6 °C a aproximadamente 210 °C (aproximadamente 285 °F a aproximadamente 410 °F), preferiblemente, de aproximadamente 148,9 °C a aproximadamente 201,7 °C (aproximadamente 300 °F a aproximadamente 395 °F), con máxima preferencia de aproximadamente 154,4 °C a aproximadamente 165,6 °C (aproximadamente 310 °F a aproximadamente 330 °F) para volatilizar los componentes volátiles del sabor a trigo y la humedad en el componente de salvado y germen molido y para desarrollar un sabor a mantequilla y nuez caramelizada en el componente de salvado. También, el contenido de humedad del componente de salvado y germen puede reducirse en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso para obtener un componente de salvado molido seco que tiene un contenido en humedad de aproximadamente 4 % a aproximadamente 10 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 8 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 6 % en peso a aproximadamente 7 % en peso, y dicho calentamiento se lleva a cabo durante un periodo de tiempo de aproximadamente 1 minuto. La entrada de extrusión de cocinado, o energía mecánica específica (SME) puede ser de aproximadamente 20 W*h/kg a aproximadamente 120 W*h/kg, preferiblemente de aproximadamente 20 W*h/kg a aproximadamente 120 W*h/kg, preferiblemente aproximadamente 30 W*h/kg a aproximadamente 60 W*h/kg, con máxima preferencia de aproximadamente 35 W*h/kg a aproximadamente 55 W*h/kg.

55 En otro aspecto más, el componente de salvado y germen que tiene un sabor no de trigo y nuez caramelizada, y se obtiene una textura no arenosa y se puede premezclar con una fracción de endospermo para obtener una harina de grano entero que tiene un sabor no de trigo y de nuez caramelizada y una textura no arenosa. El componente de salvado y germen y la harina integral presentan actividad lipasa sustancialmente reducida, y estabilización frente a la ranciedad derivada de la producción de ácido graso libre, y excelente funcionalidad del horneado.

60 En una realización preferida, puede producirse una harina integral con aroma y textura mejorados sometiendo un componente de salvado y germen molido a calentamiento a la vez que se transporta y mezcla el componente de salvado y germen molido en un dispositivo de transporte y mezcla, comprendiendo el componente de salvado y germen molido salvado y germen que tienen al menos 50 % en peso de salvado y un contenido de humedad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso basándose en el peso del componente de salvado y germen molido, en donde el calentamiento es a una temperatura de aproximadamente 140,6 °C a aproximadamente 210 °C (aproximadamente 285 °F a aproximadamente 410 °F) para volatilizar los componentes volátiles con sabor a trigo y la humedad en el componente de salvado y germen molido y para desarrollar un sabor a mantequilla y nuez caramelizada en el componente de salvado. Los componentes con sabor a trigo y la

humedad se eliminan del dispositivo de mezcla y transporte durante el calentamiento para reducir el contenido de humedad del componente de salvado y germen en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso y para obtener un componente de salvado molido seco que tiene un contenido de humedad de aproximadamente 1,5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso. El componente de salvado molido seco se retira del dispositivo de transporte y de mezcla para obtener un componente de salvado y germen molido no expandido que tiene un sabor no de trigo y de nuez caramelizada y una textura no arenosa, que se premezcla con una fracción de endospermo para obtener una harina integral.

Los componentes de salvado y germen, harinas integrales, y productos horneados que contienen el componente de salvado y germen presentan atributos sensoriales positivos de sabor a mantequilla y nuez caramelizada y textura no arenosa aumentados y atributos sensoriales negativos de sabor a trigo, grano o crudo, o sabor u olor rancio disminuidos en comparación con un control producido sin tratamiento térmico del componente de salvado y germen, en al menos un 3 % basándose en la evaluación sensorial por un panel de sabor experto utilizando una escala de 1 a 100 donde una puntuación de 1 tiene la intensidad más baja, y una puntuación de 100 tiene la intensidad más alta del atributo sensorial.

Breve descripción de los dibujos

La única Figura muestra una gráfica de niveles de compuestos relacionados con sabores de nueces seleccionados encontrados en muestras de salvado y germen tratados térmicamente a baja presión a varias temperaturas y contenidos de humedad, y una muestra del control no tratada.

Descripción detallada de la invención

Se hará referencia ahora a determinados aspectos detallados de diversas realizaciones de la invención. Debe entenderse que las realizaciones descritas son meramente ilustrativas de la invención que puede realizarse en formas numerosas y alternativas. Por tanto, los detalles específicos descritos en el presente documento no deben interpretarse como limitativos, sino meramente como una base representativa para cualquier aspecto de la invención y/ como una base representativa para enseñar a un experto en la técnica a emplear de manera diversa la invención.

Excepto en los ejemplos, o donde se indique de forma expresa otra cosa, todas las cantidades numéricas en esta descripción que indican cantidades de material y/o uso deben entenderse como modificadas por el término “aproximadamente” en la descripción del alcance más amplio de la invención. Se prefiere generalmente la práctica en los límites numéricos indicados.

Se entiende también que la presente invención no está limitada a las realizaciones y métodos específicos descritos a continuación, ya que los componentes y/o condiciones específicas pueden, por supuesto, variar. Además, la terminología utilizada en el presente documento se usa solo a fines de describir realizaciones concretas de la presente invención y no se pretende que la limiten en ningún modo.

Debe señalarse también que, como se usa en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, la forma singular “un” “uno/a” y “el” comprende los referentes plurales a no ser que el contexto dicte claramente otra cosa. Por ejemplo, la referencia a un componente en el singular, se pretende que comprenda una pluralidad de componentes.

El término “grano entero” incluye el grano en su totalidad, por ejemplo, como grano de trigo o endospermo, antes de cualquier procesamiento. Como ha indicado la U.S. Food and Drug Administration (FDA) en el proyecto de directrices del 15 de febrero de 2006, y como se usa en el presente documento, el término “grano entero” incluye granos de cereales que consisten en el fruto intacto, molido, partido o en forma de copos de los granos cuyos componentes principales -el endospermo amiláceo, el germen y el salvado- están presentes en las mismas proporciones relativas en que existen en el grano intacto. La FDA reseñó que dichos granos pueden incluir cebada, alforfón, trigo bulgur, maíz, mijo, fleo, centeno, avena, sorgo, trigo y arroz silvestre.

El término “producto de harina de trigo refinada” es una harina de trigo que cumple los estándares de la FDA para un producto de harina de trigo refinada de un tamaño de partículas en que no menos de 98 % pasa a través de un tamiz de malla U.S. 70 (210 micrómetros).

El término “molturación” como se usa en la presente memoria incluye las etapas de estiramiento, rotura, tamizado y clasificación del grano entero para separarlo en sus partes constituyentes, que puede dar también como resultado alguna reducción del tamaño de partículas de las partes constituyentes.

El término “molienda” como se usa en la presente memoria incluye cualquier proceso dirigido a reducir el tamaño de partículas, incluyendo, aunque no de forma limitativa las partículas que colisionan entre sí o reducir mecánicamente el tamaño de partículas.

El término “atemperación” como se usa en el presente documento es el proceso de añadir agua al trigo antes de la molienda para endurecer el salvado y suavizar el endospermo del grano y de este modo mejorar la eficacia de separación de la harina.

El término “hidratación” o “hidratación posterior” como se usa en la presente memoria se refiere a la etapa de ajustar la hidratación posterior a la molturación o posterior a la molienda para ajustar el contenido de humedad de un constituyente individual y/o ajustar el contenido de humedad de la harina final.

También, como se usa en la presente memoria, la “inhibición” de la lipasa o enzima significa que la lipasa o enzima ya no produce su producto enzimático o tiene sustancialmente reducida la producción de su producto enzimático. El término “inhibición” como se usa en la presente memoria incluye además la inactivación de la lipasa, en donde la lipasa o enzima se inactiva o se inactiva sustancialmente. Por ejemplo, la inhibición de la lipasa significa que la enzima lipasa no está hidrolizando los triglicéridos y liberando los ácidos grasos en la harina. La inhibición o la capacidad de la enzima para producir su producto enzimático puede ser reversible o irreversible. Por ejemplo, el calentamiento de una enzima para desnaturalizar la enzima puede inactivar de forma irreversible la enzima. El tratamiento con un inhibidor enzimático puede inactivar de forma reversible o irreversible una enzima. Por ejemplo, el tratamiento ácido para inhibir la lipasa reduce la producción del producto enzimático, es decir, la formación de ácidos grasos libres. Sin embargo, con la inhibición reversible, puede seguir existiendo actividad enzimática extraíble o actividad lipasa medible. Cuando se extrae la enzima para medir su actividad, se puede eliminar la inhibición de su actividad colocando la enzima en un entorno de pH más alto en donde su actividad se restaura o invierte. También, el tratamiento ácido puede disminuir el pH en tal extensión que la inhibición de la lipasa es irreversible, o la inactivación de la lipasa es irreversible, de tal manera que existe la formación reducida del producto enzimático y una menor actividad de la enzima extraíble.

Se ha encontrado que la estabilización de la harina integral tratando térmicamente el componente o fracción de salvado y germen para reducir la actividad lipasa no elimina las notas de sabor a trigo o la granulosidad ni proporciona un sabor a mantequilla caramelizada y una textura suave, menos particulada o granulada del componente o fracción de salvado y germen, y a las harinas integrales preparadas a partir del componente. Los consumidores perciben que los productos horneados acabados que contienen harina integral tienen más notas de sabor verde, graso, herboso oxidado (sabor a trigo) en comparación con los productos preparados con harina blanca. Se cree que los compuestos de oxidación, tales como los compuestos relacionados con la oxidación lipídica de los ácidos linoleico y linolénico (ácidos grasos libres, FFA) generados durante la degeneración de los lípidos, aldehídos saturados, y aldehídos insaturados, son responsables del sabor a trigo percibido en los productos horneados de harina integral. Se cree que los compuestos volátiles que son responsables del sabor a trigo y que se eliminan durante el tratamiento del componente de salvado y germen molido de la presente invención incluyen hexanal, heptadienal, nonanal, decanal, nonenal, heptenal, 1-octen-3-ona, 3,5-octadien-2-ona, decadienal, nonadienal, octenal, y las combinaciones o mezclas de los mismos.

Las temperaturas empleadas durante la estabilización son generalmente demasiado bajas, o se aplican durante un periodo de tiempo demasiado corto, y el contenido de humedad es demasiado alto para desarrollar una mejora sustancial del sabor en términos de sabor horneado dulce, caramelizado a mantequilla, y para eliminar los componentes químicos que transmiten un sabor a trigo o un sabor a heno o a crudo, y la granulosidad. En el componente de salvado y germen, las harinas integrales contienen el componente, y los productos horneados contienen el componente o la harina integral. En las realizaciones de la invención, el contenido de humedad entrante, eliminación de la humedad o venteo, y las temperaturas de tratamiento que se emplean son críticos para proporcionar una mejora del sabor y la textura con la eliminación del sabor a grano de trigo en el componente o fracción de salvado y germen, harinas integrales estabilizadas que contienen el componente o fracción de salvado y germen, y productos horneados que contienen el componente o fracción de salvado y germen o la harina integral estabilizada. Los componentes o fracciones de salvado y germen tratados, harinas integrales estabilizadas, y los productos horneados que las contienen, presentan un sabor dulce a mantequilla horneada y azúcar caramelizado, y una textura suave, no arenosa. Además, la actividad lipasa se redujo para proporcionar componentes de salvado y germen estabilizados y harinas integrales estabilizadas, sin pérdida de funcionalidad de horneado, o efectos perjudiciales producidos por un cocinado o gelatinización excesivos, absorción de disolventes, o pérdida de la fuerza del gluten.

En realizaciones de la invención, el sabor y la textura de un componente o fracción de salvado y germen molido se mejora sometiendo el componente de salvado y germen molido a calentamiento a la vez que se transporta y mezcla el componente de salvado y germen molido en un dispositivo de transporte y mezcla. El componente o fracción de salvado y germen molido puede obtenerse mediante la molienda de los granos enteros en la producción de harinas integrales. Los granos enteros pueden atemperarse o no atemperarse. La molturación y molienda de los granos enteros, y la fracción de salvado y germen para obtener una distribución del tamaño de partículas deseada reduce generalmente el contenido de humedad de la fracción de salvado y germen, particularmente a medida que disminuye el tamaño de partículas que crea un área superficial mayor para la evaporación de la humedad. El tratamiento térmico a contenido de baja humedad facilita el tostado y la caramelización. Sin embargo, en realizaciones de la invención donde puede desearse la gelatinización del almidón, o donde se desea una inhibición de la lipasa aumentada para la estabilización, puede aumentarse el contenido de humedad de la fracción de salvado y germen, mediante atemperación o mediante hidratación. También, en realizaciones, el contenido de humedad puede aumentarse para facilitar la eliminación de los componentes del sabor volátiles indeseables.

El componente o fracción de salvado y germen molido que comprende salvado y germen que se alimenta al dispositivo de transporte y mezcla y se somete a tratamiento térmico puede tener al menos 50 % en peso de contenido de salvado y un contenido de humedad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en

peso basándose en el peso del componente o fracción de salvado y germen molido. La alimentación o temperatura de entrada del componente o fracción de salvado y germen molido tras introducirse en el sistema de transporte y mezcla puede ser inferior a aproximadamente 48,9 °C (120 °F), generalmente de temperatura ambiente hasta aproximadamente 48,9 °C (120 °F), por ejemplo, de aproximadamente 21,1 °C a aproximadamente 37,8 °C (aproximadamente 70 °F a aproximadamente 100 °F). En el dispositivo de transporte y mezcla, el calentamiento puede llevarse a cabo para calentar el componente o fracción de salvado y germen a una temperatura de aproximadamente 140,6 °C a aproximadamente 210 °C (aproximadamente 285 °F a aproximadamente 410 °F) cuando sale del dispositivo, o en la boquilla de salida. El calentamiento debe ser suficiente para volatilizar los componentes de sabor a trigo volátiles así como la humedad en el componente de salvado y germen molido y para desarrollar el sabor a mantequilla y nuez caramelizada en el componente o fracción de salvado y germen. Los componentes del sabor a trigo y la humedad se eliminan del dispositivo de mezcla y transporte durante el tratamiento térmico para reducir el contenido de humedad del componente de salvado y el germen en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso y para obtener un componente de salvado molido seco que tenga un contenido de humedad de aproximadamente 1,5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso. Los componentes volátiles y la humedad pueden eliminarse mediante venteo, a través de orificios de venteo o cilindros abiertos en el dispositivo de transporte y mezcla. Se puede aplicar vacío para ayudar a eliminar los componentes con sabor a trigo volátiles y la humedad. El componente de salvado molido seco se retira del dispositivo de transporte y de mezcla a través de un extremo o boquilla para obtener un componente de salvado y germen molido no expandido que tiene un sabor no de trigo y de nuez caramelizada y una textura no arenosa. El uso de una reducción de humedad sustancial con un calentamiento a elevada temperatura y un contenido de humedad bajo proporciona el desarrollo del sabor a la vez que reduce sabor a trigo o astringencia, la granulosis, o la crudeza, y consigue también la inhibición de la lipasa y la estabilización frente a la ranciedad derivada de la producción de ácidos grasos libres. Se puede conseguir el calentamiento mediante calentamiento indirecto utilizando cilindros con camisa y/o tornillos huecos de mezclador y transporte que se calientan con un medio de calentamiento, tal como vapor u otro medio de calentamiento conocido o fluidos. En realizaciones preferidas, se puede emplear la inyección directa de vapor, tal como mediante un husillo hueco con elementos que contienen orificios para el paso de vapor directamente al componente de salvado y germen, ya que está siendo mezclado y transportado. Generalmente, la cantidad de humedad añadida mediante inyección directa de vapor es inferior a aproximadamente 5 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 3 % en peso, basándose en el peso del componente o fracción de salvado y germen molido.

Puede emplearse un contenido de humedad de entrada superior para el componente o fracción de salvado y germen cuando se desean mayores grados de gelatinización, tales como para la producción de productos horneados con un elevado contenido de humedad tales como tortas y panes. Sin embargo, se utilizan contenidos de humedad de entrada inferiores cuando debe evitarse una gelatinización del almidón sustancial para la funcionalidad de horneado en la producción de productos horneados con un contenido bajo de humedad tales como galletas saladas y galletas, y aperitivos.

En realizaciones donde se lleva a cabo el calentamiento del componente de salvado y germen para evitar la gelatinización sustancial del almidón contenido en el componente de salvado y germen, tal como para las aplicaciones de productos horneados con un contenido de humedad bajo tales como galletas, galletas saladas, y aperitivos, el transporte y la mezcla pueden ser a una presión baja, siendo el calentamiento con unos contenidos de humedad bajos. En dichas realizaciones, el componente de salvado y germen molido sometido a calentamiento puede tener un contenido de humedad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 12 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 7 % en peso a aproximadamente 9 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 7,5 % en peso a aproximadamente 8,5 % en peso, basándose en el peso del componente de salvado y germen molido. El calentamiento del componente o fracción de salvado y germen puede ser de una temperatura de entrada o alimentación inferior a aproximadamente 48,9 °C (120 °F) a una temperatura de salida del dispositivo de aproximadamente 143,3 °C a aproximadamente 176,7 °C (de aproximadamente 290 °F a aproximadamente 350 °F), preferiblemente de aproximadamente 154,4 °C a aproximadamente 165,6 °C (de aproximadamente 310 °F a aproximadamente 330 °F), suficiente para volatilizar el sabor a trigo o de los componentes astringentes y la humedad del componente de salvado y grano molido y para desarrollar un sabor a nuez y mantequilla caramelizada en el componente de salvado. El calentamiento y el venteo se llevan a cabo para ser suficientes para reducir el contenido de humedad del componente de salvado y germen en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso para obtener un componente de salvado molido seco que tiene un contenido de humedad de aproximadamente 1,5 % en peso a aproximadamente 4,5 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 2,5 % en peso a aproximadamente 3,5 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 2,8 % en peso a aproximadamente 3,2 % en peso, que es crítico para el desarrollo del sabor caramelizado. El calentamiento puede llevarse a cabo durante un periodo de tiempo de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 6 minutos, preferiblemente de aproximadamente 2 minutos a aproximadamente 4 minutos, con máxima preferencia de aproximadamente 2,5 minutos a aproximadamente 3,5 minutos para reducir el contenido de humedad y desarrollar notas de sabor deseables. El dispositivo de transporte y mezcla a presión baja puede hacerse funcionar a presión atmosférica con una inyección de vapor a presión elevada utilizando una presión de vapor de aproximadamente $1,38 \times 10^5$ Pa a aproximadamente $1,38 \times 10^6$ Pa (aproximadamente 20 psi a aproximadamente 200 psi), preferiblemente de aproximadamente $3,45 \times 10^5$ Pa a aproximadamente $1,03 \times 10^6$ Pa (aproximadamente 50 psi a aproximadamente 150 psi), con máxima preferencia de aproximadamente $5,5 \times 10^5$ Pa a aproximadamente $8,3 \times 10^5$ Pa (aproximadamente 80 psi a aproximadamente 120 psi).

Como ejemplo de dispositivos de transporte y mezcla ilustrativos de presión baja y cizallamiento relativamente bajo para uso en las realizaciones de presión baja y gelatinización baja de la presente invención son los mezcladores de paletas continuos de alto cizallamiento Turbulizer® fabricados por Bepex International LLC, 333 N.E. Taft Street, Minneapolis, MN 55413, EE. UU. Los elementos de paletas permiten el ajuste del ángulo y la limpieza de la carcasa. Esta característica de los mezcladores de paletas, en combinación con altas velocidades de punta de paleta, de hasta 66 m/s (13.000 pies/min), proporcionan flexibilidad para controlar el tiempo de residencia y la intensidad de la mezcla o el cizallamiento impartido sobre los materiales. El tiempo de residencia puede controlarse y puede ser muy corto, en el intervalo de 2-30 segundos. La fina capa de trabajo del material en los mezcladores de paleta promueve una eficacia de transferencia de calor excelente en los modelos encamisados y un efecto autolimpiante que elimina la pérdida de producto en el arranque y el cierre.

Otro dispositivo de transporte y mezcla de presión baja que se puede emplear es un Solidaire® Drying System, fabricado por Bepex International LLC, 333 N.E. Taft Street, Minneapolis, MN 55413, EE. UU. Dichos sistemas pueden incluir un cilindro encamisado con un rotor de paletas de alta velocidad que crea una capa fina, densa, muy agitada de material contra la pared del recipiente encamisado para disponer de coeficientes altos de transferencia de calor, siendo los tiempos de residencia del material ajustables desde menos de un minuto a aproximadamente 15 minutos. El contacto del gas superior puede dar como resultado temperaturas del material a la temperatura de termómetro húmedo durante el secado a velocidad constante, eliminando la necesidad del vacío. El venteo puede conseguirse con partículas finas de baja densidad que por otra parte pueden fluidizarse en un equipo mecánica o neumáticamente agitado. Puede emplearse la transferencia de calor indirecta, donde el calor se conduce a través de la carcasa cilíndrica, o puede emplearse la transferencia de calor directa, en la que el calor se transfiere por convección utilizando un volumen grande de gas. La transferencia de calor directa puede aplicarse utilizando un flujo en corriente paralela de material y gas. Los dos componentes pueden separarse posteriormente en un ciclón o filtro de bolsa. Se puede usar una combinación de transferencia de calor indirecta y directa para optimizar la eficacia de la energía reduciendo también a la vez la temperatura del material. El diseño del rotor de chorro permite la inyección de un gas o líquido, tal como vapor, a través de las paletas en la capa fina del material que fluye en una espiral junto con la pared cilíndrica de la unidad.

Otro dispositivo que se puede emplear es un Bepex Thermascrew® Dryer que intercambia calor indirectamente a través de un husillo hueco y un canal de cuerpo encamisado. El producto se transporta mediante la rotación de un husillo único o husillos dobles. El tiempo de residencia está controlado por la velocidad del rotor y varía desde algunos minutos a una hora. El producto se introduce normalmente por un extremo y se mueve mediante la rotación del husillo hasta el punto de descarga al otro extremo. El calor se transfiere cuando este entra en contacto con el husillo hueco, el eje y las superficies de la camisa. El medio de intercambio de calor se introduce en la articulación rotatoria, se mueve a través del husillo hueco, y se retira de nuevo. El medio se introduce también en la camisa cerca del punto de salida del producto, descargando en el extremo opuesto del canal. Un dispositivo deflector en la camisa asegura un flujo positivo. La velocidad de rotación del husillo controla el tiempo de retención y la temperatura de descarga del producto. La acción de tambor del husillo de paso corto hace que el intercambio de calor sea uniforme y eficaz. Los tipos de cuerpo incluyen un canal sin camisa, un canal con camisa, un canal de tubería con camisa y un canal con múltiples husillos. Los orificios del vapor opcionales a lo largo del canal permiten el calentamiento directo, así como el calentamiento conductivo, haciendo que la unidad sea de utilidad para el calentamiento con vapor vivo. Puede inyectarse también una purga de gas o aire. El Thermascrew® puede funcionar tanto en un entorno a presión como al vacío, pueden recuperarse cualesquiera gases producidos durante el proceso. Los tipos de rotor incluyen un husillo hueco con el mismo diámetro que el canal y un husillo hueco con un diámetro más pequeño que el canal. Con el primer tipo, barras elevadoras opcionales -montadas entre las espiras del husillo- mejoran la agitación volteando el producto. Con el segundo tipo, cintas continuas o barras elevadoras -montadas entre el borde externo del husillo y la purga con la superficie interna del canal- mezclan el producto incluso más, y requieren velocidades de rotación superiores, mejorando los coeficientes de transferencia de calor.

Otro dispositivo de transporte y mezcla a presión baja que puede emplearse es el Bepex Continuator® Dryer, que tiene un canal encamisado, que proporciona una transferencia de calor indirecta. Al añadir gas a través de boquillas diseñadas especialmente en la parte inferior del canal, este secador maximiza el contacto del gas con el producto. Esto potencia la transferencia de masa de los materiales volátiles, haciendo el Continuator® Dryer ideal para eliminar los materiales volátiles herméticamente atrapados con tamaño de partículas muy fino o baja fluidez. Con un perfil largo, bajo, este sistema de transferencia de calor indirecta puede emplearse como una segunda etapa con el Solidaire® Dryer. Los recipientes pueden diseñarse para un funcionamiento discontinuo o continuo o para cumplir los requerimientos de presión o vacío.

En las realizaciones de la invención, el dispositivo de transporte y mezcla a presión baja puede tener una configuración del husillo que incluye, desde el punto anterior o extremo de entrada al punto posterior o extremo de salida, una serie de husillos de alimentación de doble entrada, una serie de bloques de amasado, un elemento de bloqueo, un husillo de alimentación de una única entrada, y un husillo de alimentación de la descarga de doble entrada.

En las realizaciones de la invención, la temperatura de tratamiento y el tiempo de tratamiento, y el contenido de humedad en el dispositivo de transporte y mezcla de presión baja, pueden controlarse de tal manera que la gelatinización del almidón resultante del tratamiento térmico para desarrollo del sabor y la estabilización y el

componente o fracción del salvado y germen molido estabilizado tratado térmicamente puede ser inferior a aproximadamente 25 %, preferiblemente inferior a aproximadamente 10 %, con máxima preferencia inferior a aproximadamente 5 %, tal como se determina mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC). El grado bajo de gelatinización del almidón y el bajo grado de daño del almidón conseguidos en la presente invención se ilustran mediante la entalpía de fusión del almidón superior a aproximadamente 4 kJ/kg (aproximadamente 4 J/g), preferiblemente superior a aproximadamente 5 kJ/kg (aproximadamente 5 J/g), basándose en el peso del almidón y el componente o fracción de salvado y germen molido estabilizado tratado térmicamente, tal como se determina mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC), a una temperatura máxima de aproximadamente 65 °C a aproximadamente 70 °C. En las realizaciones, el componente o fracción de salvado y germen molido estabilizado tratado térmicamente puede tener una entalpía de fusión del almidón superior a aproximadamente 2 kJ/kg (aproximadamente 2 J/g), basándose en el peso del calor tratado, y el componente o fracción de salvado y germen molido estabilizado, tal como se determina mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC), a una temperatura máxima de aproximadamente 60 °C a aproximadamente 65 °C. Generalmente se produce la gelatinización del almidón cuando: a) se añade agua en una cantidad suficiente, generalmente al menos aproximadamente 30 % en peso, basándose en el peso del almidón y se mezcla con el almidón y, b) se aumenta la temperatura del almidón al menos aproximadamente 80 °C (176 °F), preferiblemente 100 °C (212 °F) o más. La temperatura de gelatinización depende de la cantidad de agua disponible para su interacción con el almidón. Cuanto menor es la cantidad disponible de agua, en general, mayor es la temperatura de gelatinización. La gelatinización puede definirse como el colapso (alteración) de órdenes moleculares dentro del gránulo de almidón, que se manifiesta en cambios irreversibles en las propiedades tales como hinchazón granular, fusión de cristalito nativo, pérdida de birrefringencia y solubilización del almidón. La temperatura de la etapa inicial de gelatinización y el intervalo de temperaturas en el que se produce, dependen de la concentración del almidón, método de observación, tipo de gránulo, y de la heterogeneidad en la población de gránulos en observación. El pegado es el fenómeno de la segunda etapa que sigue a la gelatinización en la disolución del almidón. Implica un aumento de la hinchazón granular, de la exudación de componentes moleculares (p. ej. amilosa, seguido de amilopectina) del gránulo, y eventualmente, una, total colapso de los gránulos. Véase Atwell y col., "The Terminology And Methodology Associated With Basic Starch Phenomena," *Cereal Foods World*, Vol. 33, N.º 3, págs. 306-311 (Marzo 1988).

La harina integral estabilizada tratada con calor que tiene salvado, germen y endospermo obtenidos con los métodos de la presente invención presenta una funcionalidad de horneado y una funcionalidad de las proteínas superiores como se presentó por una capacidad de retención del disolvente ácido láctico (SRC del ácido láctico) superior o igual a 65 %, preferiblemente superior a 70 % y una relación de SRC del ácido láctico a la capacidad de retención del disolvente de carbonato de sodio-agua (SRC de carbonato de sodio) superior a 1, preferiblemente superior a 1,1.

En realizaciones donde se lleva a cabo el calentamiento del componente de salvado y germen para conseguir una gelatinización sustancial del almidón contenido en el componente de salvado y germen, tal como para las aplicaciones de productos horneados con un contenido de humedad alto tales como galletas y panes, el transporte y la mezcla pueden ser a una presión alta y un cizallamiento relativamente alto, en una extrusora de cocinado, siendo el calentamiento con un contenido de humedad altos, pero aun suficientemente bajo para conseguir un sabor dulce, caramelizado, y un pardeamiento de Maillard, sin quemado. En dichas realizaciones, el componente de salvado y germen molido sometido a calentamiento puede tener un contenido de humedad de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 25 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 12 % en peso a aproximadamente 18 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 14 % en peso a aproximadamente 16 % en peso, basándose en el peso del componente de salvado y germen molido. El calentamiento del componente o fracción de salvado y germen molido puede ser de una temperatura de entrada o alimentación inferior a aproximadamente 48,9 °C (120 °F) a una temperatura de salida del dispositivo de aproximadamente 140,6 °C a aproximadamente 210 °C (de aproximadamente 285 °F a aproximadamente 410 °F), preferiblemente de aproximadamente 148,9 °C a aproximadamente 201,7 °C (de aproximadamente 300 °F a aproximadamente 395 °F), con máxima preferencia de aproximadamente 154,4 °C a aproximadamente 165,6 °C (de aproximadamente 310 °F a aproximadamente 330 °F) para volatilizar los componentes volátiles del sabor a trigo o astringente y la humedad en el componente o fracción de salvado y germen molido y para desarrollar un sabor a mantequilla y nuez caramelizada en el componente de salvado. El calentamiento y el venteo se llevan a cabo para ser suficientes para reducir el contenido de humedad del componente de salvado y germen en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso para obtener un componente o fracción de salvado y germen molido seco que deja la boquilla de salida de la extrusora de cocinado teniendo un contenido de humedad de aproximadamente 4 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 8 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 6 % en peso a aproximadamente 7 % en peso, que es crítico para el desarrollo del sabor caramelizado. El calentamiento puede llevarse a cabo durante un periodo de tiempo inferior a aproximadamente 1 minuto, por ejemplo, de aproximadamente 10 segundos a aproximadamente 35 segundos en una extrusora de cocinado.

La entrada de extrusión de cocinado, o energía mecánica específica (SME) puede ser de aproximadamente 20 W*h/kg a aproximadamente 120 W*h/kg, preferiblemente de aproximadamente 20 W*h/kg a aproximadamente 120 W*h/kg, preferiblemente de aproximadamente 30 W*h/kg a aproximadamente 60 W*h/kg, con máxima preferencia de aproximadamente 35 W*h/kg a aproximadamente 55 W*h/kg. Se puede calcular la SME como (velocidad real del husillo/velocidad del husillo tarado) X % de par de torsión (índice de potencia de motor/velocidad de alimentación (kg/h) = KWH/KG. La velocidad de cizallamiento puede ser de aproximadamente 2000/min a

aproximadamente 6000/min, preferiblemente de aproximadamente 3000/min a aproximadamente 5000/min, con máxima preferencia de aproximadamente 3500/min a aproximadamente 4500/min. La presión de la boquilla de salida de la extrusora de cocinado puede variar de aproximadamente $1,38 \times 10^6$ Pa (200 psi) a aproximadamente $1,03 \times 10^7$ Pa (1500 psi), preferiblemente de aproximadamente $3,45 \times 10^6$ Pa (500 psi) a aproximadamente $8,27 \times 10^6$ Pa (1200 psi), con máxima preferencia de aproximadamente $4,14 \times 10^6$ Pa (600 psi) a aproximadamente $7,58 \times 10^6$ Pa (1100 psi).

Las extrusoras de cocinado ilustrativas que se pueden emplear en las realizaciones de la invención se fabrican por Buehler, Baker Perkins, o Werner & Pfleiderer, tal como la extrusora Werner & Pfleiderer ZSK-57 que incluye doce secciones de cilindros, incluyendo cada una un elemento de calentamiento y medios de calentamiento, y husillos dobles, para la alimentación, mezcla y transporte, amasado, bloqueo, y descarga del componente o fracción de salvado y germen molido. Uno o más cilindros de la extrusora pueden ventearse para la eliminación de los componentes volátiles de sabor a trigo y la humedad. La extrusora puede equiparse para la inyección directa de vapor o la inyección indirecta.

En las realizaciones de la invención, la temperatura de tratamiento y el tiempo de tratamiento, y el contenido de humedad en el dispositivo de transporte y mezcla de presión alta y alto cizallamiento o la extrusora de cocinado, pueden controlarse de tal manera que la gelatinización del almidón resultante del tratamiento térmico para desarrollo del sabor y la estabilización y el componente o fracción del salvado y germen molido estabilizado tratado térmicamente puede ser superior a 25 %, por ejemplo, de aproximadamente 50 % a aproximadamente 85 % o prácticamente de forma completa, o gelatinizado al 100 %, tal como se determina mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC). El grado alto de gelatinización del almidón y el grado creciente de daño del almidón pueden ilustrarse mediante la entalpía de fusión del almidón inferior a 4 kJ/kg (inferior a 4 J/g), por ejemplo, inferior a aproximadamente 3 kJ/kg (inferior a aproximadamente 3 J/g), basándose en el peso del almidón y el componente o fracción de salvado y germen molido estabilizado tratado térmicamente, tal como se determina mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC), a una temperatura máxima de aproximadamente 65 °C a aproximadamente 70 °C. En las realizaciones, el componente o fracción de salvado y germen molido estabilizado puede tener una entalpía de fusión del almidón inferior a aproximadamente 2 kJ/kg (inferior a aproximadamente 2 J/g), basándose en el peso del calor tratado, y el componente o fracción de salvado y germen molido estabilizado, tal como se determina mediante calorimetría de barrido diferencial (DSC), a una temperatura máxima de aproximadamente 60 °C a aproximadamente 65 °C.

El tratamiento térmico del componente o fracción de salvado y germen molido volatiliza los componentes con sabor a trigo que incluyen uno o más compuestos de oxidación de lípidos, aldehídos saturados, y aldehídos insaturados, tales como hexanal, heptadienal, nonanal, decanal, nonenal, heptenal, 1-octen-3-ona, 3,5-octadien-2-ona, decadienal, nonadienal, octenal, y las combinaciones o mezclas de los mismos, que se eliminan del dispositivo, mediante venteo, con o sin la aplicación del vacío, y mediante arrastre con vapor o volatilización y eliminación de la humedad. El tratamiento térmico produce también componentes de sabor a nuez dulce y mantequilla caramelizada o componentes de sabor de una reacción de Maillard que incluyen pirazinas y dimetilpirazinas que son menos volátiles o no volátiles en las condiciones de funcionamiento, y se retienen por el componente o fracción de salvado y germen molido tratado térmicamente. El venteo de los compuestos volátiles durante el tratamiento térmico del componente o fracción del salvado y germen reduce la cantidad de compuestos volátiles relacionada con el sabor a trigo y desarrolla un tipo de compuestos con sabor a nuez que afecta favorablemente al sabor general de los productos horneados preparados con harina integral que contienen el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente. Los niveles inferiores de compuestos relacionados con el sabor a trigo en comparación con el salvado y germen tratado sin calor, sin estabilizar indican que el venteo de los compuestos volátiles durante el tratamiento térmico reduce el remanente potencial de compuestos volátiles en las harinas integrales preparadas a partir del componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente. Los compuestos relacionados con el sabor a trigo (hexanal, heptadienal, nonanal, decanal, nonenal, heptenal, 1-octen-3-ona, 3,5-octadien-2-ona, decadienal, nonadienal, octenal, y las combinaciones o mezclas de los mismos) se encuentran que son menores en el componente o fracción de salvado y germen estabilizado tratado térmicamente en comparación con los componentes o fracciones de salvado y germen sin tratar. Hexanal, heptadienal, nonanal, decanal, heptenal, 1-octen-3-ona, 3,5-octadien-2-ona, y octenal se perciben como rancio, nonenal se percibe a ppb bajas como herboso y verde mientras que nonadienal y decadienal se perciben a ppm bajas como graso, rancio y con sabor a cartón en galletas saladas y sus niveles se reducen en productos con componentes de salvado y germen estabilizado tratado térmicamente. En realizaciones, las cantidades o niveles de uno o más de estos compuestos volátiles en el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente se pueden vigilar o analizar utilizando el análisis de CG-EM utilizando la técnica del espacio de cabeza, y se pueden comparar los niveles con los niveles en un componente de salvado y germen sin tratar del control, y basándose en los análisis, las condiciones de tratamiento térmico tales como temperatura, humedad, tiempo de tratamiento, y/o SMF, se pueden ajustar para aumentar su eliminación para reducir el sabor a trigo y mejorar el sabor como se determinó mediante evaluación sensorial por un panel experto del gusto. En otras realizaciones, las cantidades o niveles de uno o más de estos compuestos volátiles en los gases venteados pueden vigilarse o analizarse de forma periódica o continua utilizando el análisis de CG-EM utilizando la técnica del espacio de cabeza, y las condiciones de tratamiento térmico tales como temperatura, humedad, tiempo de tratamiento, y/o SME pueden ajustarse para aumentar su eliminación para reducir el sabor a trigo y mejorar el sabor, como se determinó mediante evaluación sensorial por un panel experto del gusto.

El componente o fracción de salvado y germen molido tratado de acuerdo con el tratamiento térmico que desarrolla el sabor de la presente invención puede obtenerse a partir de la molienda de granos enteros utilizando operaciones de molturación y/o molienda de la harina conocidas para obtener una fracción de salvado y germen o un componente de salvado y una fracción de endospermo, y para obtener harinas y fracciones y componentes que tengan distribuciones del tamaño de partículas tales como las descritas en la publicación de solicitud de patente US-2005/0136173 A1 de Korolchuk, publicación de solicitud de patente US-2006/0073258 A1, de Korolchuk, publicación de solicitud de patente US-20070292583, Patente US-8.133.527, Patente US-8.173.193, y publicación de solicitud de patente internacional WO/2007/149320 cada una de las cuales de Haynes y col., publicación de solicitud de patente US-2007/0269579 de Dreese y col. y Patente US-7.258.888 de Dreese y col.. En realizaciones preferidas, las operaciones de molturación y/o molienda de la harina para obtener una fracción de salvado y germen o componente de salvado y una fracción de endospermo, y para obtener harinas y fracciones y componentes que tengan distribuciones del tamaño de partículas como se describen en la publicación de solicitud de patente US-20070292583, patente US-8.133.527, patente US-8173.193, y publicación de solicitud de patente internacional WO/2007/149320, cada una de las cuales de Haynes y col., y se puede emplear la solicitud provisional US-61/457.315, presentada el 24 de febrero de 2011 y la solicitud internacional PCT/US-12/26490 presentada el 24 de febrero de 2012, publicada como WO-2012/148543 A1, cada una de las cuales con el nombre de Derwin G. Hawley y col. En realizaciones de la invención, puede emplearse la estabilización mediante tratamiento con un inhibidor de la lipasa, como se describe en la publicación de patente internacional WO/2012/142399 con el nombre de Bin Zhao y col., con el tratamiento térmico de la presente solicitud para reducir los sabores a trigo y potenciar el sabor caramelizado de los productos producidos mediante los métodos descritos en la anterior.

Por ejemplo, en realizaciones de la invención, las operaciones de molturación y molienda, como se describe en dicha solicitud provisional de patente de EE. UU. en tramitación junto con la presente US-61/457.315, presentada el 24 de febrero de 2011, y puede emplearse la solicitud internacional PCT/US12/26490, presentada el 24 de febrero de 2012, publicada como WO2012/148543 A1, cada una de las cuales con el nombre de Derwin G. Hawley y col., para producir una harina integral estabilizada que tiene una distribución de tamaño de partículas de 0 % en peso en una tamiz normalizado U.S. N.º 35 (500 micrómetros), e inferior a o igual a aproximadamente 20 % en peso, preferiblemente inferior a o igual a aproximadamente 10 % en peso en un tamiz normalizado U.S. N.º 70 (210 micrómetros) o una harina integral estabilizada que tiene una distribución del tamaño de partículas de hasta aproximadamente 100 % en peso a través de un tamiz normalizado U.S. N.º 70 (210 micrómetros) o una harina integral estabilizada que tiene una distribución del tamaño de partículas de al menos 75 % en peso, preferiblemente al menos 85 % en peso inferior o igual a 149 micrómetros e inferior o igual a 5 % en peso superior a 250 micrómetros. En realizaciones de la invención, el componente de salvado y germen molido puede tener una distribución del tamaño de partículas inferior o igual al 15 % en peso, preferiblemente inferior o igual al 12 % en peso, con máxima preferencia 0 % en peso en un tamiz normalizado U.S. N.º 35 (500 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo, inferior o igual a aproximadamente 35 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 20 % en peso, con máxima preferencia inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso en un tamiz normalizado U.S. N.º 70 (210 micrómetros). También, en realizaciones, el componente o fracción de salvado y germen molido puede tener una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 65 % en peso, por ejemplo, al menos aproximadamente 75 % en peso, preferiblemente al menos aproximadamente 85 % en peso teniendo un tamaño de partículas inferior o igual a $1,49 \times 10^{-4}$ m (149 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 15 % en peso, por ejemplo, inferior o igual a aproximadamente 10 % en peso, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 5 % en peso teniendo un tamaño de partículas de $2,5 \times 10^{-4}$ m (250 micrómetros), y hasta aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo, hasta aproximadamente 25 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior a $1,49 \times 10^{-4}$ m (149 micrómetros) pero inferior o igual a $2,5 \times 10^{-4}$ m (250 micrómetros). En realizaciones, el componente o fracción de salvado y germen molido puede tener, sobre una base de sólidos, un contenido de almidón de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso, por ejemplo de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 45 % en peso, basándose en el peso del componente o fracción de salvado y germen molido. La cantidad del componente o fracción de salvado y germen molido puede ser de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, generalmente de aproximadamente 25 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 31 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, con máxima preferencia de aproximadamente 32 % en peso a aproximadamente 35 % en peso, basándose en el peso total del grano entero.

En otras realizaciones de la invención, las operaciones de molturación y molienda como se describe en la mencionada publicación de solicitud de patente US-20070292583, la patente US-8.133.527, la patente US-8173.193, y la publicación de solicitud de patente internacional WO/2007/149320, todas de Haynes y col., pueden emplearse para producir una harina integral estabilizada que tenga una distribución del tamaño de partículas inferior a aproximadamente 10 % en peso, preferiblemente inferior a aproximadamente 5 % en peso en un tamiz normalizado U.S. N.º 35 (500 micrómetros), aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 40 % en peso en un tamiz normalizado U.S. N.º 60 (250 micrómetros), aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 60 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 40 % en peso en un tamiz normalizado U.S. N.º 100 (149 micrómetros), e inferior a aproximadamente 70 % en peso, por ejemplo de aproximadamente 15 % a aproximadamente 55 % en peso, a través de un tamiz normalizado U.S. N.º 100 (149 micrómetros). El componente o fracción de salvado y germen molido o molturado empleado puede contener salvado en una cantidad de al menos aproximadamente 50 % en peso basándose en el peso de la fracción gruesa molida. La cantidad de germen presente en la fracción gruesa molida o componente de salvado puede ser aproximadamente la misma cantidad relativa para el salvado que está en el grano intacto. La cantidad de almidón o endospermo presente en la fracción gruesa molida, puede ser inferior a aproximadamente 40 % en peso, pero generalmente al menos aproximadamente 10 % en peso de almidón o

endospermo, por ejemplo, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 35 % en peso de almidón, preferiblemente inferior o igual a aproximadamente 30 % en peso, basándose en el peso de la fracción gruesa molida. En realizaciones preferidas, la fracción gruesa molida puede contener al menos aproximadamente 60 % en peso de salvado, y al menos aproximadamente 10 % en peso de germen, basándose en el peso de la fracción gruesa molida. El componente o fracción de salvado y germen molido o molturado puede tener una distribución del tamaño de partículas de al menos aproximadamente 40 % en peso de la fracción o componente teniendo un tamaño de partículas superior o igual a $1,49 \times 10^{-4}$ m (149 micrómetros), e inferior o igual a aproximadamente 35 % en peso teniendo un tamaño de partículas superior o igual a 5×10^{-4} m (500 micrómetros). En otras realizaciones, la fracción gruesa o el componente de salvado molido o molturado puede tener una distribución del tamaño de partículas de aproximadamente 0,5 % en peso a aproximadamente 5 % en peso superior o igual a $8,41 \times 10^{-4}$ m (841 micrómetros), aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso inferior a $8,41 \times 10^{-4}$ m (841 micrómetros) pero superior o igual a 5×10^{-4} m (500 micrómetros), aproximadamente 25 % en peso a aproximadamente 70 % en peso superior o igual a $1,49 \times 10^{-4}$ m (149 micrómetros) pero inferior a 500 micrómetros, e inferior o igual a aproximadamente 60 % en peso inferior a $1,49 \times 10^{-4}$ m (149 micrómetros), donde la suma del porcentaje totaliza 100 % en peso. Más preferiblemente, la fracción gruesa o el componente de salvado molido o molturado puede tener una distribución del tamaño de partículas de aproximadamente 0,5 % en peso a aproximadamente 5 % en peso superior o igual a $8,41 \times 10^{-4}$ m (841 micrómetros), aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso inferior a $8,41 \times 10^{-4}$ m (841 micrómetros) pero superior o igual a 5×10^{-4} m (500 micrómetros), aproximadamente 45 % en peso aproximadamente 60 % en peso superiores o iguales a $1,49 \times 10^{-4}$ m (149 micrómetros) pero inferior a 5×10^{-4} m (500 micrómetros), y de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 30 % en peso inferior a $1,49 \times 10^{-4}$ m (149 micrómetros), donde la suma del porcentaje totaliza 100 % en peso.

Pueden emplearse granos de cereal entero con contenidos de humedad de aproximadamente 8 % a aproximadamente 15 % en peso, con contenidos de humedad de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14,5 % en peso prefiriéndose para fines de molturación o molienda, y prefiriéndose particularmente contenidos de humedad de aproximadamente 12,5 % en peso a aproximadamente 13,5 %. Si existe demasiada poca humedad en los granos, los granos pueden fragmentarse indeseablemente y originar daños al almidón. Una cantidad de humedad demasiado elevada puede volver al grano susceptible a una excesiva gelatinización del almidón y puede hacer también que los granos sean difíciles de molturar o moler. Por estos motivos, se prefieren contenidos de humedad del grano de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14,5 % en peso exactamente antes de la molturación. Si el contenido de humedad del grano es demasiado bajo, puede añadirse humedad a los granos secos antes de la molturación para aumentar el contenido de humedad hasta un nivel aceptable para la molturación. Se puede conseguir la adición de humedad atemperando los granos en una solución acuosa o pulverizando sus superficies con una solución acuosa y permitir que se remojen durante un lapso de tiempo suficiente para permitir la absorción y distribución del agua a través del salvado y el germen.

Los granos enteros contienen principalmente el endospermo, el salvado, y el germen, en proporciones decrecientes, respectivamente. En los granos de cereal entero, por ejemplo, con una humedad de campo de aproximadamente 13 % en peso, el endospermo o almidón constituye aproximadamente 83 % en peso, el salvado constituye aproximadamente 14,5 % en peso, y el germen constituye aproximadamente 2,5 % en peso, basándose en el peso del grano intacto. El endospermo contiene el almidón, y tiene menos contenido de proteína que el germen y el salvado. Tiene también poca grasa bruta y constituyentes de cenizas. El salvado (pericarpo o cáscaras) es la pared del ovario maduro que está por debajo de la cutícula, y comprende todas las capas celulares externas por debajo del revestimiento de la semilla. Tiene muchos polisacáridos no de almidón, tales como celulosa y pentosanos. El salvado o pericarpo tiende a ser muy duro debido a su alto contenido en fibra y transmite una sensación en boca seca, arenosa, particularmente cuando están presentes en tamaños de partículas grandes. Contiene también la mayoría de lipasas y lipooxigenasas del grano y necesita ser estabilizado. A medida que aumenta la extensión de la molienda o molturación, el tamaño de partículas del salvado se aproxima al tamaño de partículas del almidón, haciendo que el salvado y el almidón sean más difíciles de separar. También, el daño del almidón tiende a aumentar debido a una mayor entrada de energía mecánica, y la aspereza del salvado en comparación con el endospermo, y la ruptura de los gránulos de almidón. También, el almidón dañado mecánicamente tiende a ser más susceptible a la gelatinización. El germen se caracteriza por su alto contenido en aceite graso. Es también rico en proteínas brutas, azúcares, y constituyentes de cenizas.

En realizaciones de la invención, el contenido de humedad de la fracción de salvado puede controlarse atemperando los granos enteros de tal manera que las porciones exteriores de las semillas o granos se humedezcan sin humedecer sustancialmente el interior de sus porciones. Dicho tratamiento evita o reduce sustancialmente la necesidad de secar la fracción fina obtenida a partir del interior o endospermo de la semilla o grano, humedeciendo a la vez el exterior o las porciones de salvado y germen de la semilla para el tratamiento de estabilización. Los métodos de atemperamiento que se pueden usar para conseguir humedecer una superficie o salvado incluyen, por ejemplo, el enjuagado de los granos enteros durante periodos de tiempo limitados en un baño o cuba. En otras realizaciones, los granos enteros pueden pulverizarse superficialmente con agua y permitir que se atemperen. Pueden emplearse tiempos de atemperamiento de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 24 horas según algunas realizaciones de la invención. El enjuagado de los granos durante un periodo prolongado de tiempo no es deseable debido a que puede dar como resultado una penetración en profundidad de agua en el grano, humedeciendo la porción interior del grano, y dando como resultado una excesiva gelatinización del almidón.

En otras realizaciones, una o más fracciones de salvado y germen, o un componente de salvado, más bien que o además del grano entero pueden humedecerse con el fin de conseguir un contenido de humedad deseado en la fracción de salvado y germen o el componente de salvado. En realizaciones de la invención, la fracción de salvado y germen o el componente de salvado pueden hidratarse hasta tal punto con una solución acuosa con el fin de que el componente o fracción de salvado y germen tenga un contenido de humedad deseado antes del tratamiento térmico para el desarrollo y la estabilización del sabor.

En realizaciones de la invención, puede permitirse enfriar en aire ambiente el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente. En otras realizaciones, el enfriamiento tras el tratamiento térmico puede controlarse opcionalmente utilizando equipo de enfriamiento convencional para minimizar adicionalmente la gelatinización indeseada del almidón. Generalmente, no se produce gelatinización significativa adicional en el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente a temperaturas inferiores a aproximadamente 60 °C. A continuación el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente puede enfriarse a temperatura ambiente, o aproximadamente a 25 °C.

En otras realizaciones de la invención, el componente o fracción de salvado y germen estabilizado tratado térmicamente puede combinarse con la fracción de endospermo para obtener una harina integral estabilizada, tal como una harina de trigo integral estabilizada de la presente invención. La harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, incluye salvado, germen y endospermo. El componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente se deriva preferiblemente de los mismos granos enteros a partir de los cuales se deriva la fracción de endospermo. Sin embargo, en otras realizaciones, el componente de salvado y germen tratado térmicamente puede combinarse o mezclarse con una fracción de endospermo que se deriva u obtiene de una fuente diferente de granos. En cada realización, sin embargo, el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente, y la fracción de endospermo se combinan o mezclan con el fin de proporcionar una harina integral estabilizada que contiene endospermo, salvado y germen en las mismas o sustancialmente las mismas proporciones relativas que existen en el grano intacto.

El componente o fracción de salvado y germen molido estabilizado tratado térmicamente puede mezclarse, combinarse, o premezclarse con la fracción de endospermo utilizando un equipo de medición y mezcla convencional conocido en la técnica para obtener una harina integral estabilizada al menos sustancialmente homogénea con sabor a trigo sustancialmente reducido o sin sabor a trigo, pero con sabor a nuez, mantequilla dulce, azúcar moreno, caramelizado. Los dispositivos ilustrativos de mezcla o combinación que se pueden emplear incluyen mezcladoras discontinuas, tambores giratorios, mezcladoras continuas y extrusoras.

El contenido de humedad de la harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, puede variar de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14,5 % en peso, basándose en el peso de la harina integral estabilizada, y la actividad del agua puede ser inferior a aproximadamente 0,7. En realizaciones, la harina de trigo integral estabilizada puede tener un contenido de proteínas de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 14 % en peso, por ejemplo, aproximadamente 12 % en peso, un contenido de grasa de aproximadamente 1 % en peso a aproximadamente 3 % en peso, por ejemplo, aproximadamente 2 % en peso, y un contenido de cenizas de aproximadamente 1,2 % en peso a aproximadamente 1,7 % en peso, por ejemplo, aproximadamente 1,5 % en peso, basándose cada uno de los porcentajes en el peso de la harina integral estabilizada.

La harina de trigo integral estabilizada que contiene el componente o fracción de salvado y germen molido tratado térmicamente que tiene un grado bajo de gelatinización del almidón, producido utilizando un dispositivo de transporte y mezcla a presión baja, tal como un mezclador de paletas continuo de alto cizallamiento Bepex Turbulizer®, presenta una excelente funcionalidad de horneado donde un esparcimiento en el horno o esparcimiento de la galleta puede ser al menos de aproximadamente 130 % del diámetro original de la masa prehorneada, como se midió según el método del banco de pruebas AACC 10-53.

Las realizaciones descritas son aplicables a todos y cada uno de los tipos de trigo. Aunque de manera no limitativa, los granos de trigo pueden seleccionarse de granos de trigo blando/blando y blando/duro. Pueden comprender granos de trigo blanco o rojo, granos de trigo duro, granos de trigo blando, granos de trigo de invierno, granos de trigo de primavera, granos de trigo duro o combinaciones de los mismos. Los ejemplos de otros granos enteros que se pueden procesar según diversas o determinadas realizaciones o aspectos de la presente invención incluyen, por ejemplo, avena, maíz, arroz, arroz silvestre, centeno, cebada, alforfón, trigo bulgur, mijo, sorgo, y las mezclas de granos completos.

Las realizaciones de la invención proporcionan una estabilidad mejorada de la materia prima y el sabor y más de un mes de vida en almacenamiento, por ejemplo, 2 meses o más, en condiciones de almacenamiento aceleradas, para un componente o fracción o ingrediente de salvado y germen estabilizado y para una harina integral estabilizada, tal como una harina de trigo integral estabilizada. Se puede almacenar un producto alimenticio más estable en condiciones similares durante un periodo prolongado de tiempo que un producto alimenticio más estable antes de ser rancio. Puede vigilarse y medirse la presencia de ranciedad en una multiplicidad de diferentes maneras, incluyendo la prueba sensorial (por ejemplo, análisis del sabor y/u olor), mediciones del nivel de la actividad lipoxigenasa o lipasa, mediciones del nivel de ácidos grasos libres, y/o mediciones del nivel de hexanal.

En otras realizaciones de la invención, el componente o fracción de salvado y germen molido tratado térmicamente o la harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, puede combinarse, premezclarse, o

mezclarse con harina de trigo refinada para obtener una harina, producto o ingrediente, reforzada, tal como una harina de trigo reforzada. El producto de harina de trigo reforzada puede contener el componente o fracción de salvado y germen estabilizado tratado térmicamente o la harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, en una cantidad de aproximadamente 14 % en peso a aproximadamente 40 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 30 % en peso, basándose en el peso total del producto de harina reforzada, tal como el producto de harina de trigo reforzada.

La harina integral estabilizada, tal como la harina de trigo integral estabilizada, puede emplearse para sustituir parcial o completamente la harina de trigo refinada, u otras harinas, en una variedad de productos alimenticios. Por ejemplo, en realizaciones de la invención, al menos aproximadamente 10 % en peso, como mucho 100 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 50 % en peso de la harina de trigo refinada, puede sustituirse por la harina de trigo integral estabilizada para aumentar los valores nutricionales de los productos de harina de trigo refinada con poco, si acaso ningún perjuicio para el aspecto, textura, aroma, o sabor del producto.

Los componentes o fracciones de salvado y germen estabilizados tratados térmicamente y los productos integrales estabilizados, tales como los productos de trigo integral estabilizados, obtenidos en una realización de la invención pueden envasarse, almacenarse de forma estable y utilizarse además posterior o inmediatamente en la producción de alimentos. Los productos de salvado y los productos de harina estabilizados están listos para procesarse adicionalmente en los productos alimenticios acabados añadiendo agua y otros ingredientes alimenticios aplicables, mezclándolos, conformándolos, y horneándolos o friéndolos, etc. Las masas que contienen los componentes o fracciones de salvado y germen estabilizados tratados térmicamente y las harinas integrales, tales como harina de trigo integral, pueden producirse y maquinarse continuamente, por ejemplo, triturarse, laminarse, moldearse, extrudirse, o coextrudirse, y cortarse, sobre una base de producción de masa. Los productos integrales acabados (por ejemplo, galletas de mantequilla, galletas, galletas saladas, barritas de aperitivo, etc.) tienen una textura agradable, sin granos, con la característica de un sabor a nuez, dulce, azúcar moreno caramelizado.

Los componentes o fracciones de salvado y germen molidos caramelizados tratados térmicamente y los productos de harina integral estabilizados tales como los productos de harina de trigo integral estabilizados de la presente invención pueden utilizarse en una amplia variedad de productos alimenticios. Los productos alimenticios incluyen productos alimenticios farináceos, y en particular productos de tipo galleta de mantequilla, productos de pasta, cereales listos para consumir, y confites. En una realización, los productos alimenticios son productos de panadería o aperitivos. Los productos de panadería pueden incluir galletas, galletas saladas, masa de pizza, masa de tarta, panes, bagels, pretzels, brownies, magdalenas, gofres, pasteles, tartas, panes rápidos, bollos dulces, donuts, barritas de frutas y granos, tortillas, y productos de panadería precocidos. Los productos de aperitivo pueden incluir patatas fritas y aperitivos extrudidos inflados. El producto alimenticio puede seleccionarse particularmente de galletas, galletas saladas, y barritas crujientes de cereales. Las galletas pueden ser productos de tipo barrita, extrudidos, coextrudidos, triturados y cortados, moldeados por rotación, cortados con alambre, o galletas de tipo sándwich. Los ejemplos de galletas que se pueden producir incluyen barquillos azucarados, galletas rellenas de fruta, galletas con pepitas de chocolate, galletas azucaradas. Los aperitivos pueden ser aperitivos de tipo fermentado o tipo no fermentado, y galletas Graham. Los productos horneados producidos pueden ser aperitivos o galletas que tienen un contenido de grasa entera o puede ser un contenido de grasa reducido, un contenido bajo de grasa, o un producto sin grasa.

Además del agua, los ingredientes de la galleta, galleta salada, y aperitivo que pueden premezclarse con la harina integral estabilizada, tales como harina de trigo integral estabilizada, incluyen harina de trigo enriquecida, manteca vegetal, azúcar, sal, jarabe de maíz con un alto contenido en fructosa, agentes de la fermentación, agentes saborizantes y agentes colorantes. Las harinas de trigo enriquecidas que se pueden utilizar incluyen harinas de trigo enriquecidas con niacina, hierro reducido, mononitrato de tiamina y riboflavina. Las mantecas vegetales que se pueden utilizar incluyen aquellas preparadas de aceite de soja parcialmente hidrogenado. Los agentes de la fermentación que se pueden utilizar incluyen fosfato de calcio y bicarbonato de sodio. Los agentes colorantes que se pueden utilizar incluyen agentes colorantes vegetales tales como extracto de annato y oleorresina de cúrcuma.

En algunas realizaciones, la masa preparada incluye masa que comprende diversas combinaciones de ingredientes de las galletas, galletas saladas, y aperitivos anteriormente mencionados. Según algunas realizaciones, todos los ingredientes anteriores se premezclan homogéneamente y la cantidad de agua se controla para formar una masa de la consistencia deseada. La masa puede formarse a continuación en piezas y hornearse o freírse para producir productos que tienen una humedad, geometría, aspecto, textura, y atributos de sabor excelentes.

En realizaciones de la invención, la cantidad total del componente de harina, tal como la harina integral estabilizada y otras harinas opcionales que se puede usar en las composiciones de productos horneados, tales como galletas, galletas de mantequilla y aperitivos, de la presente invención, puede variar, por ejemplo, de aproximadamente 20 % en peso a aproximadamente 80 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 45 % en peso a aproximadamente 75 % en peso, basándose en el peso de la masa, sin incluir el peso de las inclusiones. A no ser que se indique otra cosa, todos los porcentajes se basan en el peso total de todos los ingredientes que forman las masas o formulaciones, excepto para las inclusiones tales como confites o patatas o porciones de sabores, nueces, pasas. De esta manera, "el peso de la masa" no incluye el peso de las inclusiones, sino que "el peso total de la masa" incluye el peso de las inclusiones.

Los ingredientes compatibles con el proceso, que se pueden usar para modificar la textura de los productos producidos, incluyen azúcares tales como sacarosa, fructosa, lactosa, dextrosa, galactosa, maltodextrinas, sólidos de jarabe de maíz, hidrolizados de almidón hidrogenado, hidrolizados de proteínas, jarabe de glucosa, mezclas de los mismos. Los azúcares reductores, como la fructosa, maltosa, lactosa, y dextrosa, o mezclas de azúcares reductores, pueden utilizarse para favorecer el acaramelado. Los ejemplos de fuentes de fructosa incluyen jarabe de azúcar invertido, jarabe de maíz de alto contenido en fructosa, melazas, azúcar moreno, jarabe de arce, mezclas de los mismos.

El ingrediente texturizante, como el azúcar, puede mezclarse con los demás ingredientes sea en forma sólida o cristalina, como sacarosa cristalina o granulada, azúcar moreno granulada, o fructosa cristalina, o en forma líquida, como jarabe de sacarosa o jarabe de maíz de alto contenido en fructosa. En realizaciones de la invención, los azúcares humectantes, como el jarabe de maíz de alto contenido en fructosa, la maltosa, la sorbosa, la galactosa, el jarabe de maíz, el jarabe de glucosa, el jarabe de azúcar invertido, la miel, las melazas, la fructosa, la lactosa, la dextrosa, y mezclas de los mismos, pueden utilizarse para promover la masticación en el producto horneado.

Además de los azúcares humectantes, también pueden emplearse en la masa otros humectantes, o soluciones acuosas de humectantes que no son azúcares o que poseen un bajo grado de dulzor con respecto a la sacarosa, pueden también emplearse en la masa o pasta. Por ejemplo, pueden utilizarse como humectantes el glicerol, azúcares-alcoholes como manitol, maltitol, xilitol y sorbitol, y otros polioles. Ejemplos adicionales de polioles humectantes (es decir, alcoholes polihídricos) incluyen glicoles, por ejemplo, propilenglicol y jarabes de glucosa hidrogenada. Otros humectantes incluyen ésteres de azúcar, dextrinas, hidrolizados de almidón hidrogenado, y otros productos de la hidrólisis del almidón.

En realizaciones, el contenido total de sólidos azucarados, o el contenido de ingredientes texturizantes, tales como de las masas producidas, puede variar desde cero a aproximadamente 50 % en peso, basándose en el peso de la masa, no incluyendo el peso de las inclusiones.

Los sólidos azucarados pueden sustituirse total o parcialmente por un sustituto de azúcar convencional o un agente de carga convencional, tal como polidextrosa, holocelulosa, celulosa microcristalina, mezclas de los mismos. La polidextrosa es un sustituto de azúcar o agente de carga preferido para preparar productos horneados con una baja cantidad de calorías. Las cantidades de sustitución ilustrativas pueden ser al menos aproximadamente 25 % en peso, por ejemplo, al menos aproximadamente 40 % en peso, preferiblemente de aproximadamente 50 % en peso a aproximadamente 75 % en peso, del contenido original de sólidos azucarados.

En realizaciones, la cantidad del sustituto de azúcar convencional, el agente de carga convencional, o sustituto de harina convencional, tal como polidextrosa, puede ser de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 35 % en peso, por ejemplo de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso, basándose en el peso de la masa, sin incluir el peso de las inclusiones.

El contenido de humedad de las masas debería ser suficiente para proporcionar la consistencia deseada como para posibilitar una conformación, maquinado y corte adecuados de la masa. El contenido total de humedad de las masas incluirá el agua incluida como ingrediente añadido por separado, así como la humedad proporcionada por la harina (que normalmente contiene de aproximadamente 12 % a aproximadamente 14 % en peso de humedad), y el contenido de humedad de cualquier agente de carga o sustituto de harina tal como un ingrediente resistente de almidón de tipo III, y el contenido de humedad de otros aditivos de la masa incluidos en la formulación, como jarabe de maíz con alto contenido en fructosa, jarabes de azúcar invertido, u otros humectantes líquidos.

Teniendo en cuenta todas las fuentes de humedad en la masa o pasta, incluyendo el agua añadida por separado, el contenido de humedad total de las masas o pastas que se puede usar es generalmente inferior a aproximadamente 50 % en peso, preferiblemente inferior a aproximadamente 35 % en peso, basándose en el peso de la masa o pasta, sin incluir el peso de las inclusiones. Por ejemplo, las masas de galletas empleadas pueden tener un contenido de humedad inferior a aproximadamente 30 % en peso, generalmente de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 20 % en peso, basándose en el peso de la masa, sin incluir el peso de las inclusiones.

Las composiciones oleaginosas que pueden utilizarse para obtener las masas y los productos horneados de la presente invención pueden incluir cualquier manteca o mezclas grasas o composiciones conocidas, útiles para aplicaciones de horneado, tales como mantequilla, y pueden incluir emulsionantes convencionales de calidad alimentaria. Los aceites vegetales, manteca de cerdo, aceites de animales marinos, y mezclas de los mismos que están fraccionados, parcialmente hidrogenados, y/o interesterificados, son ejemplos ilustrativos de las mantecas o grasas que pueden utilizarse en la presente invención. También pueden utilizarse grasas comestibles con calorías reducidas o bajas, parcialmente digeribles o no digeribles, sustitutas de grasa o grasas sintéticas tales como poliésteres de sacarosa o triacilglicéridos que sean compatibles con el proceso. Pueden utilizarse mezclas de grasas y mantecas y aceites duros o blandos para lograr una consistencia deseada o un perfil de fusión en la composición oleaginosa. Ejemplos de triglicéridos comestibles que pueden utilizarse para obtener las composiciones oleaginosas de uso en la presente invención incluyen triglicéridos de aparición natural derivados de fuentes vegetales como el aceite de soja, aceite de palmiste, aceite de palma, aceite de colza, aceite de cártamo, aceite de sésamo, aceite de semilla de girasol y mezclas de los mismos. También pueden utilizarse aceites de origen marino y animal como el aceite de sardina, aceite de menhaden, aceite de babasu, manteca de cerdo, y sebo. También pueden utilizarse triglicéridos sintéticos, así como

triglicéridos naturales de ácidos grasos, para obtener la composición oleaginosa. Los ácidos grasos pueden tener una longitud de cadena de 8 a 24 átomos de carbono. Pueden utilizarse mantecas sólidas o semisólidas o grasas a temperaturas ambiente de, por ejemplo, de aproximadamente 23,9 °C a aproximadamente 35 °C (de aproximadamente 75 °F a aproximadamente 95 °F). Las composiciones oleaginosas preferidas comprenden aceite de soja. En realizaciones, la masa puede incluir hasta aproximadamente 30 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de al menos un aceite o grasa, basándose en el peso de la masa.

Los productos horneados que pueden producirse según las realizaciones de la invención incluyen productos horneados bajos en calorías que también son productos de contenido reducido en grasas, de bajo contenido en grasas o sin grasas. Tal como se usan en la presente memoria, un producto alimenticio de contenido reducido en grasas es un producto con su contenido graso reducido en al menos 25 % en peso respecto al producto estándar o convencional. Un producto bajo en grasa tiene un contenido graso inferior a, o igual a, tres gramos de grasa por cantidad de referencia o porción de la etiqueta. Sin embargo, para cantidades pequeñas de referencia (es decir, cantidades de referencia de 30 gramos o menos o dos cucharadas o menos), un producto bajo en grasa tiene un contenido en grasa inferior o igual a 3 gramos por 50 gramos de producto. Un producto sin grasa o de cero grasas tiene un contenido graso inferior a 0,5 gramos de grasa por cantidad de referencia y por porción de la etiqueta. Para galletas saladas de acompañamiento, como una galletita salada, la cantidad de referencia es de 15 gramos. Para las galletas saladas utilizadas como snacks y para las galletas, la cantidad de referencia es de 30 gramos. Por tanto, el contenido graso de una galleta o galleta salada de bajo contenido en grasa podría ser inferior o igual a 3 gramos de grasa por 50 gramos, o inferior o igual a aproximadamente 6 % de grasa, con respecto al peso total del producto final. Una galleta salada de acompañamiento no grasa tendría un contenido en grasa inferior a 0,5 gramos por 15 gramos o inferior a aproximadamente 3,33 %, con respecto al peso del producto final.

Además de lo anterior, las masas pueden incluir otros aditivos empleados de forma convencional en galletas saladas y galletas. Dichos aditivos pueden incluir, por ejemplo, subproductos lácteos, huevo o subproductos del huevo, cacao, vainilla u otros saborizantes, en cantidades convencionales.

Puede incluirse una fuente de proteína, adecuada para la inclusión en productos horneados, en las masas empleadas para promover el oscurecimiento por la reacción de Maillard. La fuente de proteína puede incluir sólidos de leche en polvo desnatada, huevo seco o en polvo, mezclas de los mismos, y similares. La cantidad de la fuente de proteínas puede llegar, por ejemplo, hasta aproximadamente 5 % en peso, con respecto al peso de la masa, sin incluir el peso de las inclusiones.

Las composiciones de masa pueden contener hasta aproximadamente 5 % en peso de un sistema de fermentación, con respecto al peso de la masa, sin incluir inclusiones. Los ejemplos de agentes de fermentación químicos o de agentes de ajuste del pH que pueden utilizarse incluyen materiales alcalinos y materiales ácidos como el bicarbonato sódico, el bicarbonato amónico, el fosfato ácido de calcio, el pirofosfato ácido de sodio, el fosfato diamónico, el ácido tartárico, mezclas de los mismos. La levadura puede utilizarse sola o en combinación con agentes químicos de fermentación.

Las masas de la presente invención pueden incluir antimicrobianos o conservantes, como propionato de calcio, sorbato potásico, ácido sórbico. Las cantidades ilustrativas, para asegurar la autoestabilidad microbiana, pueden variar hasta aproximadamente 1 % en peso de la masa, sin incluir el peso de las inclusiones.

Pueden incluirse emulsionantes en cantidades eficaces y emulsionantes en las masas. Los emulsionantes ilustrativos que pueden utilizarse incluyen, monoglicéridos y diglicéridos, ésteres de ácido graso de polioxietilensorbitán, lecitina, estearoil lactilatos, y mezclas de los mismos. Ejemplos ilustrativos de los ésteres de ácido graso de polioxietilén sorbitán que pueden utilizarse son polisorbato hidrosolubles tales como el monoestearato de polioxietilén (20) sorbitán (polisorbato 60), mono-oleato de polioxietilén (20) sorbitán (polisorbato 80), y mezclas de los mismos. Ejemplos de lecitinas naturales que pueden utilizarse incluyen las derivadas de plantas como la soja, la colza, el girasol, o el maíz, y las derivadas de fuentes animales como la yema de huevo. Se prefieren las lecitinas derivadas del aceite de soja. Ejemplos de los estearoil lactilatos son los estearoil lactilatos alcalinos y alcalinotérreos como el estearoil lactilato de sodio, el estearoil lactilato de calcio, y mezclas de los mismos. Las cantidades ilustrativas del emulsionante que pueden utilizarse varían hasta aproximadamente 3 % en peso de la masa, sin incluir el peso de las inclusiones.

Se puede llevar a cabo la producción de las masas utilizando técnicas y equipo de mezclado de masas convencionales utilizados en la producción de masas de galletas y galletas saladas.

Aunque los tiempos y temperaturas de horneado variarán para diferentes masas o formulaciones de pastas, tipos de hornos, etc., en general, los tiempos de horneado para galletas comerciales, brownies y tartas pueden variar desde aproximadamente 2,5 minutos a aproximadamente 15 minutos, y las temperaturas de horneado pueden variar desde aproximadamente 121 °C (250 °F) a aproximadamente 315 °C (600 °F).

Los productos horneados pueden tener una presión de vapor relativa ("actividad de agua") inferior a aproximadamente 0,7, preferiblemente inferior a aproximadamente 0,6 para una autoestabilidad microbiana exenta de conservantes. Los productos de galletas, brownies y tartas tienen generalmente un contenido de humedad inferior a aproximadamente 20 % en peso, por ejemplo, de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 9 % en peso para las galletas, basándose en el peso del producto horneado, exclusivo de inclusiones.

Por ejemplo, en realizaciones de la invención, una masa para producir una galleta salada estable de larga duración o galleta, tal como una galleta salada de Graham puede incluir de aproximadamente 40 % en peso a aproximadamente 65 % en peso de una harina de trigo integral estabilizada, de aproximadamente 15 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de al menos un azúcar tal como sacarosa, de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso de al menos un aceite o grasa tal como aceite vegetal o manteca, de aproximadamente 0 % en peso a aproximadamente 10 % en peso de al menos un azúcar humectante tal como jarabe de maíz con un alto contenido en fructosa y miel, de aproximadamente 0 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de una fuente de proteínas tal como sólidos lácteos secos desnatados, de aproximadamente 0 % en peso a aproximadamente 1 % en peso de un saborizante, tal como sal, de aproximadamente 0,5 % en peso a aproximadamente 1,5 % en peso de agentes de fermentación, tales como bicarbonato de amonio y bicarbonato de sodio, y de aproximadamente 8 % en peso a aproximadamente 20 % en peso de agua añadida, donde cada porcentaje en peso se basa en el peso de la masa, y los porcentajes en peso suman hasta 100 % en peso.

Atributos del componente y la harina de salvado y germen

El tratamiento térmico del componente o fracción de salvado y germen molido en la producción de la harina integral estabilizada proporciona componentes o fracciones de salvado y germen y harinas integrales molidas estabilizadas con:

a) frescura superior extendida como se midió por los ácidos grasos libres (FFA) y/o el hexanal formado en los componentes o fracciones o harina de salvado y germen molidos durante el almacenamiento,

b) atributos sensoriales superiores, tales como sabor reducido a trigo, sabor reducido a heno, textura granulosa o particulada reducida y sabor aumentado a mantequilla dulce y nuez, azúcar moreno caramelizado, y

c) estabilidad microbiana superior como se midió por los recuentos de esporas,

comparados cada uno de ellos con los componentes o fracciones de salvado y germen y harinas integrales molidas producidas sin alta temperatura, tratamiento térmico con humedad baja y venteo.

En realizaciones, las harinas de trigo integrales estabilizadas pueden presentar un contenido de hexanal inesperadamente bajo inferior a aproximadamente 0,02 % (200 ppm), preferiblemente inferior a aproximadamente 0,01 % (100 ppm), con máxima preferencia, inferior a aproximadamente 0,001 % (10 ppm) tras un mes de almacenamiento acelerado a 95 °C basándose en el peso de la harina integral estabilizada.

También, en realizaciones, pueden reducirse la harina de trigo y la textura granulosa, y puede aumentarse el sabor a mantequilla dulce y nuez tostada caramelizada en comparación con un control producido sin alta temperatura, tratamiento térmico con humedad baja y venteo en al menos 3 %, por ejemplo, en al menos 5 %, preferiblemente al menos 7 %, con máxima preferencia al menos 10 %, basándose en la evaluación sensorial por un panel experto del gusto, utilizando una puntuación o escala de 1 a 100 donde una puntuación de 1 tiene la intensidad más baja, y una puntuación de 100 tiene la intensidad más alta del sabor a trigo o la textura granulosa, o un sabor dulce, de nuez y mantequilla tostada, o caramelizada. El porcentaje de reducción o porcentaje de aumento, o puntuación, puede depender de las condiciones de tratamiento tales como el contenido de humedad inicial del componente de salvado y germen, la temperatura del tratamiento térmico y la extensión de eliminación de la humedad y el venteo.

Atributos sensoriales de los productos horneados

Además, los productos horneados tales como galletas, producidos utilizando el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente, y la harina integral estabilizada que los contiene, presentan un sabor largo superiormente reducido de trigo y textura granulosa y un desarrollo y retención del sabor dulce a nuez y mantequilla tostada o caramelizada todavía mejor y otros atributos sensoriales tales como un regusto en comparación con aquellos productos horneados o muestras del control que contienen la misma composición, pero realizada con harina integral producida sin alta temperatura, tratamiento térmico con humedad baja y venteo.

Por ejemplo, en realizaciones, los atributos sensoriales de los productos horneados, tales como los atributos sensoriales positivos de sabor dulce a nuez y mantequilla tostada o caramelizada de una galleta o galleta salada Graham pueden estar aumentados, y los atributos sensoriales negativos de harina de trigo y textura granulosa pueden estar disminuidos, en comparación con un control producido sin alta temperatura, tratamiento térmico con un contenido de humedad bajo en al menos 3 %, por ejemplo, al menos 5 %, preferiblemente al menos 7 %, con máxima preferencia al menos 10 %, basándose en la evaluación sensorial por un panel experto del gusto utilizando una escala de 1 a 100, donde una puntuación de 1 tiene la intensidad más baja, y una puntuación de 100 tiene la intensidad más alta del atributo tal como un sabor dulce, o un sabor a nuez y mantequilla tostada o caramelizada, etc. El porcentaje de aumento o el porcentaje de reducción, o la puntuación puede depender de las condiciones de tratamiento tales como el contenido de humedad del componente de salvado y germen, la temperatura de tratamiento térmico, la cantidad de reducción de la humedad y la cantidad de venteo de los componentes volátiles.

También, en realizaciones, los productos horneados, tales como galletas, producidos con el componente o fracción de salvado y germen molido tratado térmicamente y las harinas integrales estabilizadas que lo contienen pueden tener una puntuación superior a 29,5 para el atributo positivo del sabor a nuez, basándose en una escala de 1 a 100, dependiendo de las condiciones de tratamiento tales como el contenido de humedad y la temperatura, en comparación con una puntuación del control inferior a 29 para una muestra de control preparada con harina integral producida sin tratamiento de estabilización o producida utilizando solo la estabilización sin temperatura alta, humedad baja y sin venteo. También, basándose en una escala de 1 a 100, el producto horneado puede tener una puntuación para los atributos sensoriales positivos del sabor a mantequilla superior a 20, el sabor horneado superior a 38, el sabor a dulce superior a 22,5, y el color dorado superior a 37, y una puntuación para los atributos sensoriales negativos del sabor a trigo inferior a, y cantidad de sequedad inferior a 56,5.

Los atributos sensoriales ilustrativos que se pueden evaluar para mostrar mejoras similares incluyen categorías tales como aroma, aspecto, tacto, textura/sensación en boca, sabor, y regusto/secuela. Los ejemplos de atributos sensoriales específicos comprendidos en estas categorías que se pueden evaluar son:

a) **Aroma:** dulce, a nuez, aceite, trigo, horneado, y maíz, atributos;

b) **Aspecto:** Color dorado, color del borde, y atributos de contraste opuestos;

c) **Tacto:** De migas, superficie rugosa, y atributos oleosos;

d) **Textura/Sensación en boca:** Dureza del mordisco inicial, quebradizo, seco, crujiente, velocidad de disolución, partículas apreciables, se pega a los dientes, y recubre la boca, atributos;

e) **Sabor:** Completo, a sal, dulce, trigo, de nuez, aceite, maíz, horneado, y con atributos de mantequilla; y

f) **Regusto/Secuela:** A aceite, trigo, se pega a los dientes, seco en boca, dulce, amargo, a maíz, recubre la boca, salivación, y atributos de persistencia.

La presente invención se ilustra por los siguientes ejemplos no limitativos, donde todas las partes, porcentajes; y relaciones son en peso, todas las temperaturas están en °C, y todas las temperaturas son atmosféricas a menos que se indique lo contrario:

Ejemplo 1

Parte A. Producción de componente de salvado y germen tratado térmicamente a presión baja con proceso de venteo

En este Ejemplo, un componente o fracción de salvado y germen molido se hidrata en diversas cantidades y se trata térmicamente a varias temperaturas en un dispositivo de transporte y mezcla a baja presión con venteo, y se determina el contenido de humedad después del tratamiento térmico y el venteo. Los componentes o fracciones de salvado y germen tratados se combinan con una fracción de endospermo para obtener harinas integrales y se determinan el contenido de humedad y las actividades lipasa y se comparan con aquellos de un control.

El componente o fracción de salvado y germen molido que tiene un contenido de humedad inicial de aproximadamente 8,29 % en peso, se hidrata hasta aproximadamente 16,29 % en peso y aproximadamente 26,29 % en peso de contenido de humedad en un mezclador Hobart (A-200 T, Troy, Ohio) pulverizando agua en el mezclador durante la mezcla a velocidad baja. Tras completar la adición de agua, se continúa la mezcla durante aproximadamente 5 minutos.

Se utilizó una alimentadora volumétrica Acrison con un husillo de cinta de 0,05 m (2 pulg.) (Acrison Feeder Modelo 10152-H) para mantener una velocidad de alimentación nominal promedio de 6,71 kg/h de material en un Bepex Turbulizer® (Turbulizer® Modelo TCJS-8). Se ajustó la configuración de las paletas del Turbulizer® con las primeras 12 paletas delanteras a 45°, a continuación las siguientes 20 paletas traseras a 45° y las últimas 8 paletas se mantuvieron planas u horizontales como se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1 Configuración de las paletas del turbulizer®

Hilera	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	\	\	\	/	/	/	/	/	—	—
2	\	\	\	/	/	/	/	/	—	—
3	\	\	\	/	/	/	/	/	—	—
4	\	\	\	/	/	/	/	/	—	—

La velocidad del rotor del Turbulizer® se configuró a 1420 rpm. El salvado y el germen pueden tener 4 minutos de tiempo de retención en el Turbulizer® en la configuración anterior dada.

Se inyectó vapor directamente en el Turbulizer® a través de un eje hueco con tres paletas huecas. Se generó vapor calentando agua con una camisa de vapor de $4,14 \times 10^5$ Pa (60 psi), un caudal de agua de 2,15 kg/h con un tanque de agua presurizado a $3,45 \times 10^5$ Pa (50 psi), y una contrapresión de vapor a $1,38 \times 10^5$ Pa (20 psi). El Turbulizer® se calentó con una camisa de aceite caliente que se proporcionó a través de una bomba Mokon que funcionaba a una velocidad de 35 rpm, y con una presión del aceite caliente de $1,28 \times 10^5$ Pa (18,5 psi). Se utilizaron temperaturas de la camisa que variaban de 179,4 °C (355 °F) a 221,1 °C (430 °F).

El salvado y el germen tratado con el Turbulizer se descargaron en un cubo de plástico $4,5 \times 10^4$ g (100 lb) precintado, que tiene una tubería al vacío conectada con la parte superior del cubo. Esto ayudó a retirar a través del venteo las notas de trigo y alguna humedad condensada.

Parte B: Caracterización de harina integral y salvado y germen

Después del procesamiento del tratamiento térmico a presión baja en el Bepex Turbulizer®, el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente se recombinó con las fracciones de harina restantes (harina ordinaria + harina refinada) o el endospermo en una relación 32/68 para formar una harina integral.

Se determinaron el contenido de humedad de la harina integral y el contenido de humedad del componente o fracción de salvado y germen calentados según el Método 44-15A. de la AACC. Se determinó la actividad de la lipasa extraíble para cada harina. La Tabla 2 muestra las características de la harina integral de: (1) Contenido de humedad del componente o fracción de salvado y germen, (2) contenido de humedad de la harina integral, (3) la actividad lipasa de la harina integral, y (4) la temperatura de tratamiento:

Tabla 2: Componente de salvado y germen, y humedad de la harina integral después del tratamiento térmico con bepex

Análisis	Humedad del salvado y germen tras la hidratación y antes del tratamiento con Bepex (% en peso)	Temperatura de la camisa. (°C (°F))	Humedad del salvado y germen tratado (% en peso)	Humedad de la harina integral tratada (% en peso)	Actividad lipasa de la harina integral (kat/g (U/g))
1	16,29	179,4 (355)	3,08	10,07	$3,0 \times 10^{-6}$ (180,41)
2	16,29	221,1 (430)	2,18	9,77	$1,39 \times 10^{-6}$ (83,36)
3	26,29	179,4 (355)	3,42	10,41	$2,88 \times 10^{-6}$ (172,56)
4	26,29	221,1 (430)	2,10	9,62	$1,35 \times 10^{-6}$ (80,89)
WG Recon	8,29		8,29	11,71	$7,86 \times 10^{-6}$ (471,44)
G3SWS				11,21	$2,74 \times 10^{-6}$ (164,40)

* WG Recon: salvado y germen sin tratar reconstituido con endospermo;

* G3SWS: una harina integral finamente molida estabilizada comercial producida por Mondelēz International, Toledo, Ohio.

Como se muestra en la Tabla 2, la humedad del componente o fracción del salvado y germen tratado térmicamente con Bepex de los análisis 1 a 4 (el salvado y el germen se hidrataron hasta un contenido de humedad de aproximadamente 16 % o 26 % en peso antes del proceso de tratamiento térmico con el Bepex) se redujo significativamente y fue significativamente inferior (contenido de humedad final que variaba desde aproximadamente 2 a aproximadamente 4 % en peso) en comparación con el salvado y germen sin tratar (8,29 % en peso de contenido de humedad). Sin embargo, el contenido de humedad de la harina integral final es todavía próximo al contenido de humedad de la harina integral sin tratar y la harina integral comercial. El nivel de hidratación más alto dio como resultado 22,87 % en peso a 24,19 % en peso de venteo de la humedad, dependiendo de la temperatura de la camisa, mientras que el nivel de hidratación más bajo dio como resultado un 13,21 % en peso a 14,11 % en peso de la humedad venteada.

El tratamiento con el Bepex del salvado y germen dio como resultado una reducción de la actividad lipasa de la harina integral recombinada (desde $7,86 \times 10^{-6}$ kat/g (471,44 U/g hasta $1,35 \times 10^{-6}$ kat/g (80,89 U/g) a $3,0 \times 10^{-6}$ kat/g (180,41 U/g)), con la temperatura de la camisa más alta de 494,3 K (430 °F) reduciendo la actividad lipasa hasta $1,35 \times 10^{-6}$ kat/g (80,89 U/g). En comparación a una actividad lipasa de la harina integral comercial de $2,74 \times 10^{-6}$ kat/g (164,40 U/g), el proceso de tratamiento térmico del componente o fracción de salvado y germen en este ejemplo puede dar como resultado una actividad lipasa inferior, una harina integral más estabilizada.

El método utilizado para determinar la actividad lipasa es:

Método de determinación de la actividad lipasa:

Se determinó la actividad de la lipasa extraíble para cada harina. El método utilizado para determinar la actividad lipasa es el siguiente.

A. Aparato

- 1.1 Fluorómetro TD-700 (Diseño de Turner) con filtros de Em 442 y Ex 300 nm
- 1.2 Resto analítico ($\pm 0,0001$)
- 1.3 Pipetman, 10 μ l, 50 μ l y 5000 μ l y puntas para cada una
- 5 1.4 20 ml viales de vidrio para centelleo con tapones (VWR n.º 66022-060)
- 1.5 Tubos de centrifuga de 50 ml (VWR n.º 20170-170)
- 1.6 Centrifuga refrigerada (Beckman Allegra X15R)
- 1.7 Matraz aforado de 25 y 1000 ml con un retenedor
- 1.8 Vaso de precipitados de 1500 ml
- 10 1.9 Barritas agitadoras
- 1.10 Mezclador de vortización
- 1.11 Cubetas desechables 4,5 ml (VWR n.º 58017-875)
- 1.12 Tapones para cubetas desechables (VWR n.º 24775-083)
- 1.13 Cesta de hielo aislada (VWR n.º 35751-046)
- 15 1.14 Agitador/de vaivén (VWR n.º 14003-580)
- 1.15 Temporizador

B. Reactivos

1. Agua desionizada
- 20 2. Heptanoato de 4-metilumbeliferilo (4-MUH) (Sigma n.º M2514)
3. 2-Metoxietanol (Fluka n.º 64719)
4. Clorhidrato de Trizma (Sigma n.º T-5941)
5. Hidróxido de sodio 1 N (Fisher n.º SS266)
6. Hielo

C. Soluciones

1. Tampón de ensayo (Tris HCl 0,2 M, pH 7,4)
 - Pese 31,52 g de clorhidrato de trizma (B-5) en un vaso de precipitados de 1500 ml (A-8)
 - Añada aproximadamente 900 ml de agua desionizada, añada una barrita agitadora, disuelva
 - 30 • Ajuste el pH a 7,4 con hidróxido de sodio 1 N
 - Transfiera a un matraz aforado de 1000 ml (A-7) y lleve a volumen con agua desionizada
2. Solución madre de sustrato (4-MUH al 0,5 % en 2- metoxietanol, P/V)
 - Pese 0,0720 a 0,0725 g de heptanoato de 4-metilumbeliferilo (B-2) en un vial de 20 ml (A-4)
 - Añada 15 ml de 2-metoxietanol (B-3) al vial
 - 35 • Someta a vortización para disolver el polvo
 - Almacene a temperatura ambiente y descarte después de una semana
3. Solución de sustrato de trabajo (0,03 % 4-MUH (P/V) en una solución acuosa de 2-metoxietanol al 6 % (P/V))
 - Retire una alícuota de 1,5 ml de la solución madre de sustrato (C-2) y la pipeta en un matraz aforado de 25 ml (A-7)
 - Diluya hasta el volumen con agua DI
 - 40 • Mezcle vigorosamente.
 - Prepare una solución de sustrato de trabajo reciente a partir de la solución madre de sustrato (C-2) para cada ensayo.
4. Mezcle agua con hielo (Baño de hielo)
- Introduzca hielo en una cesta aislada (A-13) y añada aproximadamente la mitad del volumen de agua fría
5. Soluciones de muestra de harina
 - 45 • Enfríe previamente el tampón de ensayo (C-1) en un baño de hielo (C-4)
 - Pese 0,1 g de muestra (tan próximo como sea posible a 0,1000 g) en un tubo de centrifuga de 50 ml (A-5)
 - Añada 20 ml de tampón de ensayo enfriado (C-1)
 - Someta a vortización para disolver
 - Coloque el tubo horizontalmente en el baño de hielo y agite lentamente en un agitador (A-14) (configuración
 - 50 #2 de la velocidad, 16 golpes/min) durante 30 min
 - Muestras de centrifuga a 4750 rpm (A-6), 5 °C durante 10 minutos
 - Utilice el sobrenadante para el ensayo

D. Calibración del fluorómetro (Referencia a TD-700 Manual de funcionamiento para la Calibración, Multi-Opcional, Procedimiento de Fluorescencia en Bruto)

- Encienda el fluorómetro (espere hasta que aparezca Home Screen)
- Presione <ENT> desde la pantalla "HOME" para Setup&Cal
- Seleccione #2 para Calibration
- Coloque la cubeta que contiene 3000 μ l de tampón de ensayo (C-1, temperatura ambiente) en la cámara de muestras
- 60 • Presione <ENT>
- Presione #1 para OK para Set Sample=100 (ajuste por defecto de 100, espere hasta que se establece Sensitivity Factor, la lectura debe ser alrededor de 100)
- Presione <ENT>
- Presione #9 para No Subtract Blank (volviendo a Home Screen)

65

E. Ensayo de la muestra

- Etiquete previamente las cubetas (A-11) con la ID de la muestra adecuada
- Añada 10 µl de solución de sustrato de trabajo (C-3) a la cubeta previamente utilizada para calibrar el instrumento (D-3) como Blanco
- Tape (A-12) e invierta 5 veces para mezclar
- Coloque la cubeta en el compartimento de muestras en el fluorómetro (A-1)
- Inicie el temporizador inmediatamente después de cerrar la tapa del fluorómetro y registre
- Lectura de la intensidad de la fluorescencia (FI) a los siguientes intervalos de 0,5, 1, 2, 3, 4, y 5 min. Retire la cubeta del compartimento de muestras en el fluorómetro
- Pipetee 2950 µl de tampón de ensayo (C-1, temperatura ambiente) en la primera cubeta de muestras etiquetada previamente (E-1)
- Pipetee 50 µl solución sobrenadante de la primera muestra de harina extraída (C-5)
- Añada 10 µl de solución de sustrato de trabajo (C-3)
- Repita la etapa E-3 a E-6 para todas las muestras posteriores inmediatamente

F. Cálculos

- Valores FI de la gráfica frente a tiempo de incubación para cada muestra como curva de reacción
- Determine la pendiente (ΔFI/min) utilizando la regresión de mínimos cuadrados en la hoja de cálculo Excel en la curva de reacción
- Normalice ΔFI/min con un peso de la muestra a 0,1000 g como sigue:
- ΔFI/min normalizado = Pendiente x (0,1000 g/de peso de muestra en g)
- Indique la actividad lipasa como ΔFI/min/0,1 g

Ejemplo 2

Función de horneado de la harina integral con tratamiento térmico de la humedad y venteo con Bepex

En este Ejemplo, la función de horneado de la harina integral preparada con un tratamiento térmico a baja presión utilizando un componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente con un Bepex Turbulizer® producida con venteo como en el Ejemplo 1 se comparó con la función de horneado de la harina integral sin tratar. Las harinas integrales preparadas con proporciones naturales de salvado y germen y endospermo se relacionan en la Tabla 2 del Ejemplo 1. El método de horneado de la prueba de galletas utilizado para evaluar la funcionalidad de horneado de las harinas integrales fue la prueba de horneado de galletas 10-53 de la AACC.

La capacidad de retención del disolvente (SRC) sirve como ensayo práctico para vigilar la función de los componentes de harina específicos, tales como la cantidad de almidón dañado. El método de ensayo SRC utilizado se adaptó y modificó a partir del método 56-10 de la AACC según el siguiente procedimiento:

Materiales:

- Tubos de centrifuga de 50 ml + tapones
- Disolvente de carbonato de sodio a 5 % en peso
- Centrifuga (IEC, Centra GP8, rotor 269, 2130 rpm)

Procedimiento:

1. Pese tubos de centrifuga de 50 ml + tapones (para tubos especiales, pese sellos de junta tórica)
2. Pese y añada 5,00 g de una mezcla de salvado-germen a cada tubo (determine el contenido de humedad de la mezcla)
3. Añada 25 g de disolvente (alícuotas de disolvente prepesadas) a cada tubo
4. Permita que se hidrate durante 20 min, agitando cada 5 min (5, 10, 15, 20)
5. Centrifugue durante 15 min a 1000 xg
6. Decante el sobrenadante y drene 5 min a un ángulo de 45° y 5 min a un ángulo de 90°.
7. Coloque el tapón de nuevo y pese el aglomerado
8. Calcule:

$$\text{SRC en \%} = \left[\left(\frac{\text{tubo, retenedor, peso del gel} - \text{tubo, retenedor}}{\text{Peso de la harina}} \right) - 1 \right] \times \left(\frac{86}{100 - \text{humedad de la harina}} \right) \times 100$$

Método de horneado de la prueba de galletas 10-53 de la AACC

El método de horneado de la prueba de galletas 10-53 de la AACC se diseñó en Nabisco Biscuit Company para la evaluación de la funcionalidad de los ingredientes y la correlación predictiva entre el análisis sensorial y el análisis de la textura mecánica (análisis de la textura mecánica por el analizador de texturas TAXT2 para la prueba de flexión de tres puntos o la prueba de punción). El ensayo es una mejora sobre el método de horneado de la prueba de galletas azucaradas 10-52 de la AACC como se confirmó por el Soft Wheat Quality Lab de la USDA (Wooster Ohio). La prueba 10-53 de la AACC se adoptó como el método oficial de la American Association of Cereal Chemists tras el ensayo en colaboración con el Soft Wheat Quality Committee en 1992. El equipo, la composición de la masa de galletas, el procedimiento de mezclado, el procedimiento de horneado, el procedimiento de medición, etc., utilizados en la prueba son:

10 Equipo

Analizador de humedad, cestas de muestras desechables para la determinación de la humedad de la harina.

Termómetro digital (Omega modelo 872A) con termopar

Mezclador C-100 Hobart con un tazón mezclador de 3 cuartos y paletas.

15 Horno de cocción para la prueba nacional.

Bandeja de cocción de aluminio para galletas con una anchura de 26 cm x una longitud de 30 cm con barritas de calibre 2 de 12 mm de anchura x 30 cm de longitud x 7 mm de altura.

Cortadora de galletas (60 mm de diámetro interno).

Rodillo amasador con manga (se trazaron líneas con la manga a lo largo de la longitud del pasador).

20 Espátulas, papel absorbente de color marrón, hoja de aluminio, vasos de precipitados de plástico

Analizador de texturas TA-XT2 **Prueba opcional para la reología de masas** - dimensiones especiales de la cesta anchura 10 cm, longitud 10,5 cm, altura 3,2 cm

Formulación normalizada AACC 10-53 Un único lote para preparar 4 galletas de prueba:

25

Etapas-1

Leche en polvo desnatada 2,25 g

Sal 2,81 g

Bicarbonato de sodio 2,25 g

Manteca vegetal (Sans Trans 39, Cargill) 90,00 g

Etapas-2

30

Bicarbonato amónico 1,13 g

Jarabe de maíz con alto contenido de fructosa; 42 % de fructosa, 71 % de sólidos 3,38 g

Agua* 49,50 g

Etapas-3

Harina (a una humedad de 13 %) 225,00 g

35 Mida el contenido de humedad de la harina en cada día de horneado; ajuste los niveles de la harina y el agua para compensar desviaciones del contenido de humedad de 13 %

○ Registre el contenido de humedad de la harina e inserte como FM en la ecuación para calcular el peso real de la harina por lote

40

$$\text{Peso real de la harina (g)} = 87 / (100 - FM) * 225 \text{ g}$$

○ Registre el peso real de la harina por lote e inserte como AFW en la ecuación para calcular el peso real del agua añadida por lote

45

$$\text{Agua real añadida (g)} = 49,5 \text{ g} + 225 - AFW * 225 \text{ g}$$

Procedimiento de mezclado general:

50 Etapas-1: mezcle los ingredientes secos (leche en polvo desnatada, sal, bicarbonato, azúcar)

Añada la grasa

Mezcle en un mezclador Hobart 3 minutos a baja velocidad; rasque la paleta y los lados del tazón tras cada minuto de mezclado.

55 Etapas-2: disuelva el bicarbonato amónico en agua; añada el jarabe de maíz con alto contenido de fructosa.

Añada la solución total a la etapa-1;

Mezcle 1 min a baja velocidad, rasque el tazón y la paleta tras cada 30 s.
Mezcle 2 min a velocidad media, rasque el tazón y la paleta tras cada 30 s.

Etapa-3: Añada la harina, combine en la mezcla líquida 3 veces. Mezcle 2 minutos a baja velocidad y rasque la paleta y el tazón tras cada 30 segundos.

Determinación del tiempo de horneado:

El tiempo de horneado se define como el tiempo requerido para producir una pérdida de peso de 13,85 % durante el horneado de la formulación a 202 °C (400 °F).

Para medir el tiempo de horneado:

Hornee la formulación a 202 °C (400 °F) durante 10, 11, 12, 13 min y para algunas harinas integrales hasta 16 minutos, pesando la bandeja del horno + las galletas después de cada intervalo de minutos.

Represente gráficamente el % de pérdida de peso durante el horneado frente al tiempo de horneado en minutos.

Interpolar el tiempo de horneado requerido para conseguir 13,58 % de pérdida de peso.

Especificaciones del horneado:

Precaliente el horno a 202 °C (400 °F).

Registre el peso de la bandeja de galletas frías.

Coloque la bandeja de galletas en el horno para un tiempo de horneado estándar; registre el peso de la bandeja caliente.

Procedimiento para la preparación de 4 blancos de masa para el horneado de la prueba de galletas:

Parta cuatro piezas de 60 g de masa con mínima deformación y colóquelas sobre la bandeja de galletas. Coloque el rodillo amasador a través de las barras de calibre de la bandeja de galletas permitiendo que el peso del pasador comprima las piezas de masa sin fuerza compresiva adicional. Recoja el rodillo amasador y colóquelo sobre las barras de calibre al extremo de la bandeja de galletas, y hágalo rodar solo una vez lejos de usted. Corte las galletas con una cuchilla de 60 mm, y levante con cuidado la masa de chatarra con una espátula pequeña. Levante la cuchilla hacia arriba para evitar la distorsión horizontal.

Registre el peso de los blancos de masa y de la bandeja de galletas.

Coloque los blancos de masa y la bandeja de galletas en el horno en la dirección de la hoja del horno de galletas a 202 °C (400 °F) durante un tiempo de horneado predeterminado.

Pese la bandeja de galletas con las galletas inmediatamente después de la retirada del horno. Retire con cuidado las galletas de la bandeja con una espátula plana y coloque la parte plana sobre un papel marrón en la misma dirección en la que fueron envueltas y horneadas.

Mediciones de la geometría (tomadas cuando se enfrían las galletas, al menos 30 minutos):

Anchura-diámetro perpendicular a la dirección de la bandeja: Coloque 4 galletas en una fila trazando líneas con la manga del rodillo amasador paralelas a la longitud del metro. Registre las mediciones en cm.

Longitud-diámetro paralelo a la bandeja: Gire las galletas 90° de tal manera que las líneas de la manga del rodillo amasador sean perpendiculares a la longitud del metro. Registre las mediciones en cm.

Altura de la pila: Apile las 4 galletas y apile la pila en el lado entre las guías planas. Registre la altura.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la SRC y el horneado para el control y la harina tratada térmicamente, venteadada a baja presión con el Bepex (duplicados). Incluidos en la Tabla 3 están: (1) la capacidad de retención del disolvente de la harina para los disolventes del agua, la sacarosa, carbonato de sodio y ácido láctico, (2) la anchura de las galletas, la longitud de las galletas y la altura de la pila, y (3) el contenido de humedad de las galletas:

Tabla 3: Resultados del horneado de galletas para SRC y prueba 10-53 de la AACC

	Horneado de galletas				SRC de la harina			
Análisis de la prueba con Bepex	% en peso de humedad de las galletas	Anchura (cm) 4	Longitud (cm) 4	Altura de la pila (cm)	agua	Na ₂ CO ₃	sacarosa (20 % p/p)	Láctico
WG Recon	4,86	31,05	31,7	4,27	69,71	82,07	78,88	75,63
Análisis n.º 1	4,51	31,77	32,61	4,07	70,55	87,39	80,50	77,56
Análisis n.º 2	4,44	31,73	32,37	4,11	74,44	89,81	83,60	79,28
Análisis n.º 3	4,24	32,14	33,04	3,9	70,18	85,63	79,56	76,69
Análisis n.º 4	3,98	32,8	33,27	3,92	72,62	88,07	80,43	77,84

Como se muestra en la Tabla 3, las harinas integrales que contienen componentes o fracciones de salvado y germen procesados con Bepex, venteados a baja presión demuestran calidades de horneado similares a una harina integral sin tratar. Las harinas integrales tratadas térmicamente tienen un almidón dañado y una absorción de agua ligeramente superiores como se midió por la SRC del carbonato de sodio y la SRC del agua en comparación con aquellas harinas integrales sin tratar. De forma inesperada, las galletas preparadas con harina integral procedentes de salvado y germen tratado se extienden (31,73 cm a 32,8 cm de anchura y 33,27 cm a 32,37 cm de longitud) más que las del control (31,05 cm de anchura y 31,7 cm de longitud).

Ejemplo 3

Evaluación sensorial y análisis del sabor de galletas con 100 % de harina integral preparadas con componentes o fracciones de salvado y germen tratado térmicamente, venteados a baja presión con el Bepex Turbulizer®.

En este ejemplo, los objetivos son para: 1) evaluar el gusto de galletas con el 100 % de harina integral (Parte 1) preparadas con componentes o fracciones de salvado y germen tratado térmicamente, venteado a baja presión con el Bepex Turbulizer®, como se realiza en los Ejemplos 1 y 2 y 2) analizar el sabor a trigo de los componentes o fracciones de salvado y germen tratado térmicamente, venteado a baja presión con el Bepex Turbulizer® como se realiza en el Ejemplo 1 (Parte 2).

Parte 1 Análisis descriptivo sensorial de galletas con 100 % de harina integral

Los productos integrales tienen generalmente notas de sabor a trigo, o verde, graso, herboso oxidado y un gusto a grano, y son generalmente menos preferidos por los consumidores en comparación con los productos preparados con harina blanca. Se utiliza la evaluación sensorial para medir las diferencias de sabor y textura obtenidas con los componentes o fracciones de salvado y germen molido del proceso tratado térmicamente, venteado a baja presión en la harina integral. La evaluación sensorial busca un desarrollo positivo del sabor y unas propiedades texturales mejoradas del producto. La cantidad de humedad y temperatura del proceso se prueban para mostrar los efectos que tienen sobre las características percibibles de un producto final, tal como una galleta de prueba preparada como en el Ejemplo 2. Las galletas preparadas con harina integral a partir de componentes o fracciones de salvado y germen tratado térmicamente se prueban frente a una galleta base preparada con una mezcla de harina completa que está sin tratar como un control, así como una muestra preparada con una harina integral estabilizada comercial normalizada.

Objetivo de la prueba de ciencia del consumidor:

Los objetivos del estudio eran:

- Perfilar las diferencias percibibles entre las galletas preparadas con granos enteros que varían en la temperatura y en el nivel de humedad en el proceso de venteo con Bepex y compararlas con las muestras preparadas con harina integral sin tratar y harina integral estabilizada comercial.

Resumen de los resultados:

De los 39 atributos utilizados para describir las muestras a través de todas las modalidades (aroma, aspecto, tacto, sabor, textura, regusto/secuela) el conjunto de muestras presentó diferencias estadísticamente significativas sobre 8 atributos: aromas a nuez, horneado y aceite, color dorado, dureza del mordisco inicial, textura crujiente, textura seca y salivación en el regusto.

Las muestras probadas se identifican en la Tabla 4:

Tabla 4: Identificación de la muestra

ID	Descripción
Ensayo 1 (contenido de humedad de 16,29 % tras la hidratación, y temperatura del proceso de 179,4 °C (355 °F) y contenido de humedad tratada de 3,08 %)	Realizado con salvado y germen tratado con Bepex a humedad baja y baja temperatura mezclado con harina blanca.
Ensayo 2 (contenido de humedad de 16,29 % tras la hidratación, y temperatura del proceso a 221,1 °C (430 °F) y contenido de humedad tratada de 2,18 %)	Realizado con salvado y germen tratado con Bepex a humedad baja y alta temperatura mezclado con harina blanca.
Ensayo 3 (contenido de humedad de 26,29 % tras la hidratación, y temperatura del proceso de 179,4 °C (355 °F) y contenido de humedad	Realizado con salvado y germen tratado con Bepex a una humedad alta y baja temperatura mezclado con harina blanca.

tratada de 3,42 %)	
Ensayo 4 (contenido de humedad de 26,29 % tras la hidratación, y temperatura del proceso de 221,1 °C (430 °F) y contenido de humedad tratada de 2,10 %)	Realizado con salvado y germen tratado con Bepex a una humedad alta y alta temperatura mezclado con harina blanca.
WG Recon contenido de humedad de 8,29 % tras la hidratación	Realizado con salvado y germen sin tratar mezclado con harina blanca para reconstituir la harina integral.
G3 SWS	Realizado con harina integral estabilizada, comercialmente disponible.

Ensayo:

Los productos tenían 4 semanas de edad.

Metodología:

Se utilizó un panel descriptivo (n=8), entrenado con la metodología Tragon QDA™, para evaluar las características sensoriales de los productos. Se seleccionaron los panelistas sobre la base de su agudeza sensorial y su capacidad descriptiva. Desarrollaron un vocabulario para describir el aroma, aspecto, sabor, textura y regusto de las muestras a través de una serie de sesiones de discusión moderadas.

Los panelistas evaluaron las muestras, individualmente, utilizando el vocabulario que habían creado. Las muestras se presentaron enmascaradas y en un diseño equilibrado para minimizar el sesgo debido al orden de presentación. Cada panelista evaluó todos los productos para todos los atributos cuatro veces.

Se recogieron los datos utilizando el sistema de recogida de datos Compusense basado en web (Compusense at Hand, Canadá) y se analizaron con el software Tragon QDA™. La escala de línea no estructurada utilizada para la evaluación se convirtió electrónicamente en una escala de 100 puntos para el análisis. Se aplicó el análisis de la varianza (ANOVA) a los datos para cada atributo, para determinar si hubo diferencias estadísticas entre las muestras. Si era así, se calculó la prueba post-hoc de diferencia significativa mínima de Duncan y se aplicó al atributo concreto a fin de determinar entre cuales muestras existían las diferencias ($p \leq 0,05$).

Atributos y definiciones utilizados para evaluar el conjunto de muestras

En la Tabla 5 se muestran los atributos sensoriales, las definiciones de atributos, y el criterio o las instrucciones de los panelistas para realizar las evaluaciones de los atributos sensoriales:

Tabla 5: Atributos sensoriales, definiciones de atributos e instrucciones para los criterios

Aroma Instrucciones para tomar en consideración: Coloque la muestra en la nariz y evalúe los siguientes atributos del aroma:	
Atributo	Definición
DULCE (débil - fuerte)	La intensidad de un aroma dulce (de cualquier tipo, incluyendo azúcar moreno o azúcar blanco horneado).
TRIGO (débil - fuerte)	La intensidad del aroma a trigo, reminiscencia de la harina de trigo, pan integral, posiblemente similar a la semilla de trigo.
NUEZ (débil - fuerte)	La intensidad del aroma a nuez, similar a cacahuete o una nuez genérica, que se ha estropeado posiblemente. También reminiscencias a mantequilla de cacahuete rancia.
HORNEADO (débil - fuerte)	La intensidad del aroma horneado, con muestras en el extremo superior de la escala horneándose próximas al quemado.
ACEITE (débil - fuerte)	La intensidad de un aroma a aceite, que podría ser cualquier tipo de aroma a aceite. Este podría incluir un aroma a aceite rancio con una nota de tipo rancio de una galleta que ha superado la fecha de caducidad o similar a un aceite de cocción usado.
MAÍZ (débil - fuerte)	La intensidad de aroma de maíz, que recuerda a la harina de maíz o al pan de maíz.
Apariencia- Instrucciones para tomar en consideración: Observe la muestra y evalúe los siguientes atributos de aspecto:	
COLOR DORADO (claro-oscuro)	La intensidad del color dorado de la parte superior de la galleta, variando de dorado claro a dorado más oscuro.
COLOR DEL BORDE (claro-oscuro)	La intensidad del color de los bordes, con muestras en el extremo superior de la escala pareciendo tener bordes más oscuros próximos a bordes quemados.
CONTRASTE OPUESTO	La medida de la diferencia en el aspecto entre la parte superior y la parte inferior

(bajo-alto)	de la galleta.
Tacto -Instrucciones para tomar en consideración: Manteniendo la muestra, evaluar los siguientes atributos de tacto y aspecto:	
SUPERFICIE RUGOSA (ligeramente - mucho)	La medida de cómo se siente de rugosa la parte superior de la galleta.
MIGAS (unas pocas - muchas)	La cantidad de migas observadas sobre los dedos tras la manipulación de la galleta.
ACEITOSO (ligeramente - mucho)	La cantidad de fieltro de residuo aceitoso sobre los dedos tras la manipulación de la galleta.
Textura/Sensación en boca - Instrucciones para tomar en consideración: Tome 1 bocado con los dientes delanteros y evalúe lo siguiente:	
DUREZA INICIAL DE LA MORDEDURA (blanda - dura)	La medida de lo difícil que es morder la galleta, con muestras del extremo inferior de las escalas similares a una galleta infantil.
Instrucciones para tomar en consideración: Continúe masticando la muestra con sus molares y evalúe lo siguiente:	
CRUJIENTE (ligeramente - mucho)	Cuando la galleta se coloca entre los molares y se mastica una vez, el crujiente es la medida del tono bajo oído al principio de la masticación. Una galleta que es solo ligeramente crujiente puede crujir de forma similar a la barra Chewy Granola, en donde una galleta salada que es muy crujiente puede crujir de forma similar a la barra Crunchy Granola.
QUEBRADIZO (ligeramente - mucho)	La medida de cómo quebrar la galleta está en la boca después de 1-2 masticaciones. Una galleta que es solo ligeramente quebradiza puede quebrarse de forma similar a una galleta Ginger Snap. Una galleta que es muy quebradiza puede quebrarse de forma similar a una galleta Stella D'Oro Roman Egg.
SECO (ligeramente - mucho)	La medida de cómo se seca la galleta se siente en la boca se percibe después de 1-2 masticaciones.
VELOCIDAD DE DISOLUCIÓN (galleta) (lento - rápido)	Para medir como de rápido se disuelve la galleta, o se descompone, ya que está siendo masticada hasta el punto de tragar.
PARTÍCULAS NOTABLES (unas pocas - muchas)	La cantidad de partículas notables en la boca similares a la harina de maíz o pan de maíz, que varían desde unas pocas a muchas.
RECUBRIMIENTO DE LA BOCA (ligeramente - mucho)	La medida de cualquier tipo de recubrimiento de la boca, que incluiría un recubrimiento de la boca aceitoso o pastoso. Sensación viscosa
ADHERENCIAS A LOS DIENTES (ligeramente - muchas)	La medida de cuanto de galleta se queda en los dientes durante la evaluación y después de la deglución/expectoración.
Sabor - Instrucciones para tomar en consideración: Tome 1 bocado en ese momento, y evalúe los siguientes atributos del sabor:	
SABOR GENERAL (débil - fuerte)	La intensidad del sabor general.
DULCE (débil - fuerte)	La intensidad de un sabor dulce (de cualquier tipo) que podría tener reminiscencias de azúcar o azúcar moreno.
SAL (débil - fuerte)	La intensidad del sabor a sal en la boca.
TRIGO (débil - fuerte)	La intensidad del sabor a trigo con reminiscencias de la harina de trigo, pan integral, posiblemente similar a la semilla de trigo.
NUEZ (débil - fuerte)	La intensidad del sabor a nuez, similar a cacahuete o una nuez genérica, que se ha estropeado posiblemente.
HORNEADO (débil - fuerte)	La intensidad del sabor horneado, con muestras en el extremo superior de la escala de la escala de degustación más horneadas en exceso.
ACEITE (débil - fuerte)	La intensidad de un sabor a aceite, que podría ser cualquier tipo de aceite. Este podría incluir un aroma a aceite rancio con una nota de tipo rancio como una galleta caducada.
MANTEQUILLA (débil - fuerte)	La intensidad de un sabor a mantequilla, similar al de la mantequilla de mesa sin sal reciente.
MAÍZ (débil - fuerte)	La intensidad de sabor de maíz, que recuerda a la harina de maíz o al pan de maíz.
Regusto/secuela - Instrucciones para tomar en consideración: Tome un bocado de la galleta, mastique y trague. Espere 15 segundos tras tragar para evaluar los siguientes atributos del regusto/secuela.	
DULCE (débil - fuerte)	La intensidad de un regusto dulce en la boca.
ACEITE (débil - fuerte)	La intensidad de un sabor a aceite, que podría ser cualquier tipo de aceite. Este podría incluir un aroma a aceite rancio con una nota de tipo rancio como una galleta caducada.
AMARGO (débil - fuerte)	La intensidad de un regusto amargo en la boca debido al amargor de un aceite rancio superior al de las nueces mezcladas caducadas.
TRIGO (débil - fuerte)	La intensidad del regusto a trigo con reminiscencias de la harina de trigo, una granulosis posiblemente similar a la semilla de trigo.

MAÍZ (débil - fuerte)	La intensidad del regusto de maíz, que recuerda al pan de maíz o la harina de maíz.
ADHERENCIAS A LOS DIENTES (ligeramente - muchas)	La medida de cuánto se adhiere la galleta a los dientes.
SALIVACIÓN (poca - mucha)	La medida de cuánto saliva la boca durante el regusto.
SECADO EN BOCA (ligeramente-mucho)	La medida de como la sensación en boca del secado de la galleta hace necesario de la misma forma beber agua.
RECUBRIMIENTO DE LA BOCA (ligeramente - mucho)	La medida de cuánto se siente en la boca el recubrimiento de la boca (de cualquier tipo).
PERSISTENCIA (débil - fuerte)	La medida del impacto global de cualesquiera regustos persistentes en la boca.

En la Tabla 6 se muestran los significados de los atributos sensoriales de las muestras de galletas:

Tabla 6: Significados de los atributos sensoriales de las galletas

ID y atributos de la muestra	Muestra G3SWS (Control)	Muestra WG Recon (Control)	Muestra de ensayo 1	Muestra de ensayo 2	Muestra de ensayo 3	Muestra de ensayo 4
Contenido de humedad de la hidratación inicial, % en peso	--	8,29	16,29	16,29	26,29	26,29
Temperatura de tratamiento, °C (°F)	--	--	179,4 (355)	221,1 (430)	179,4 (355)	221,1 (430)
Contenido de humedad tratado, % en peso	--	--	3,08	2,18	3,42	2,10
Aroma dulce	23,12	20,77	22,60	25,01	20,96	17,12
Aroma a nuez	27,48	31,55	29,60	34,18	29,86	30,91
Aroma a aceite	38,39	43,63	48,34	47,35	49,65	47,40
Aroma a trigo	29,15	30,83	32,25	33,68	30,18	32,20
Aroma a horneado	34,88	35,79	39,02	40,62	35,97	38,62
Aroma a maíz	36,21	39,97	39,99	38,55	35,71	36,70
Color dorado	36,67	32,75	36,88	41,90	34,82	41,98
Color del borde	42,44	40,09	41,38	42,19	40,96	44,05
Contraste opuesto	46,03	43,25	47,36	45,98	46,98	48,81
Superficie rugosa	32,70	31,03	30,03	30,99	31,68	32,26
Tacto de migas	35,83	37,02	33,15	34,72	32,69	32,93
Tacto aceitoso	40,31	39,03	40,22	38,06	42,89	39,40
Dureza inicial del mordisco	34,05	28,37	32,49	29,60	34,10	29,69
Crujiente	38,76	29,90	36,59	34,33	39,92	33,43
Quebradizo	51,97	52,35	51,92	50,21	50,20	51,03
Secar	52,97	58,08	52,91	56,26	53,93	59,58
Velocidad de disolución	51,46	49,28	52,35	49,83	49,17	49,52
Partículas notables	38,60	38,63	35,02	35,19	40,63	41,11
Recubrimiento de la boca	48,39	48,71	48,92	50,19	51,82	50,83
Adherencias a los dientes	33,04	33,40	30,92	30,98	32,58	30,73
Sabor general	46,25	47,28	47,79	47,79	48,19	42,94
Sabor dulce	25,64	22,24	25,25	22,77	23,59	22,44
Sabor a sal	30,74	28,70	29,57	29,38	30,07	30,10
Sabor a trigo	31,06	32,07	29,78	32,24	31,58	34,05
Sabor a nuez	28,57	28,14	29,60	30,46	32,86	32,75
Sabor a horneado	37,52	37,52	38,78	38,17	41,58	40,24
Sabor a aceite	47,02	46,50	47,18	46,97	50,09	50,15
Sabor a mantequilla	19,93	19,85	20,83	21,73	21,52	18,57
Sabor a maíz	38,54	42,46	39,86	39,13	39,10	38,93
Regusto dulce	19,34	20,75	20,12	20,77	19,90	19,92
Regusto a aceite	40,58	38,09	41,62	42,65	41,18	43,28
Regusto amargo	30,58	33,77	34,49	32,68	33,85	35,78
Regusto a trigo	28,48	38,09	41,62	42,65	41,18	43,28
Regusto a maíz	35,57	38,00	36,98	36,58	37,01	37,95

Regusto de las adherencias a los dientes	24,08	22,62	25,25	25,61	27,68	22,72
Regusto de salivación	31,25	32,17	29,87	36,31	32,07	29,60
Regusto del secado en boca	47,97	52,20	51,16	52,20	52,04	50,58
Regusto del recubrimiento de la boca	45,92	48,29	46,90	48,11	49,55	47,92
Regusto persistente	56,91	58,03	57,26	56,30	58,00	56,91

Resultados:

- Hubo algunas diferencias significativas encontradas entre las muestras en el aroma, el aspecto y la textura. En términos de aroma, las muestras variaron en los atributos de nuez, horneado y aceite. La muestra de ensayo con una temperatura alta y humedad baja fue la que tuvo más atributos de nuez y horneado, significativamente superiores que ambas muestras a temperatura baja, y la muestra G3SWS en atributos de nuez y superiores que las muestras WG reconstituida y G3SWS a temperatura baja y humedad alta en el atributo de horneado.
- Todas las muestras tratadas tuvieron un aroma de aceite aumentado, que el panel denotó como similar a aceite rancio en galletas caducadas, y fue significativamente superior que en la muestra G3SWS.
- En términos de aspecto, ambas muestras tratadas a temperatura alta tuvieron un color dorado significativamente más oscuro que todas las otras muestras.
- Texturalmente, las harinas integrales son más duras, secas y densas. Estas muestras mostraron diferencias en la dureza inicial del mordisco, textura crujiente y sequedad. En la dureza inicial del mordisco, las muestras con humedad alta y temperatura baja y las muestras G3SWS fueron significativamente más duras que las muestras con humedad alta y temperatura alta, humedad baja y temperatura alta y las muestras WG reconstituidas. Las muestras tratadas con temperatura baja y las muestras G3SWS mostraron ser más crujientes que la muestra WG reconstituida.
- Los tres atributos de crujiente, dureza inicial del mordisco, y sequedad fueron influidos significativamente por la temperatura. El crujiente disminuyó a medida que aumentó la temperatura, la dureza inicial del mordisco disminuyó a medida que aumentó la temperatura y la sequedad aumentó a medida que aumentó la temperatura. El nivel de humedad no muestra un significativo efecto sobre estos tres atributos. El aroma a nuez y el aspecto de color dorado aumentaron a medida que aumentó la temperatura, y el nivel de humedad no muestra un significativo efecto sobre estos atributos. Las partículas notables aumentaron a medida que aumentó la humedad y la temperatura no muestra un significativo efecto sobre este atributo.
- Parte II: Análisis del sabor de galletas con 100 % de harina integral preparadas con componentes o fracciones de salvado y germen tratado térmicamente, venteado a baja presión con el Bepex Turbulizer®.
- Una muestra de salvado y germen sin tratar (control) y un componente de salvado y germen tratado térmicamente, venteado a baja presión con el Bepex Turbulizer® (Ensayo n.º 1, n.º 2, n.º 3 y n.º 4) se analizaron mediante CG-EM utilizando la técnica de espacio de cabeza dinámico. Se identificaron los compuestos comparando bibliotecas de EM y se normalizaron los niveles utilizando un patrón interno.
- El venteo de compuestos volátiles durante la estabilización de los componentes o fracciones de salvado y germen redujo la cantidad de compuestos volátiles relacionados con el sabor a trigo. El tratamiento de componentes o fracciones de salvado y germen a apta temperatura 176,7 °C (350 °F) tendió a desarrollar tipos de compuestos con sabor a nuez que podrían sesgar el sabor general de los productos WG horneados. El desarrollo de estos compuestos con sabor a nuez era independiente de las condiciones de estabilización del nivel de humedad (8 % y 18 %).
- Las muestras de componentes de salvado y germen tratado térmicamente, venteado a baja presión con el Bepex Turbulizer® mostraron niveles inferiores de compuestos relacionados con trigo en comparación con la muestra de salvado y germen del control sin estabilizar. Los niveles de respuesta para los compuestos relacionados con trigo variaron desde aproximadamente 50.000 a aproximadamente 125.000 para la Muestra n.º 1, desde aproximadamente 75.000 a aproximadamente 100.000 para la Muestra n.º 2, desde aproximadamente 50.000 a aproximadamente 140.000 para la muestra n.º 3, desde aproximadamente 100.000 a aproximadamente 345.000 para la muestra n.º 4 y desde aproximadamente 400.000 a aproximadamente 1.300.000 para el control. Este hallazgo indica que el venteo de compuestos volátiles durante el proceso de tratamiento térmico a baja presión con el Bepex Turbulizer® reducirá de forma inesperada la acumulación potencial de compuestos volátiles en la harina integral en comparación con la acumulación de compuestos volátiles para el control.
- Se encontró que los compuestos relacionados con trigo eran inesperadamente menores en todas las muestras de componente de salvado y germen estabilizadas en comparación con el componente de salvado y germen del control (salvado y germen sin estabilizar y germen). El nivel de los compuestos relacionados con trigo fue

percibido a bajos niveles como herboso y verde, y se encontró que el graso, rancio y a cartón en galletas saladas estaba reducido en los componentes o fracciones de salvado y germen estabilizado.

- 5 Las condiciones de temperatura de procesamiento alta del componente o fracción de salvado y germen (temperatura de la camisa de (221,1 °C (430 °F)) pueden sesgar el perfil de sabor general del producto horneado debido a la generación de compuestos relacionados con el sabor a nuez tales como pirazina y dimetilpirazina en las Muestras n.° 2 y n.° 4.

- 10 Como se muestra en la única Figura, se encontró que los componentes o fracciones de salvado y germen de las Muestras n.° 1 y n.° 3 tratadas a 179,4 °C (355 °F) (temperatura de la camisa) generan menos compuestos relacionados con el sabor a nuez en comparación con las Muestras n.° 2 y n.° 4 del componente o fracción de salvado y germen tratado a (221,1 °C (430 °F)) (temperatura de la camisa), pero la generación de los compuestos con sabor a nuez (pirazina en la columna izquierda, y dimetilpirazina en la columna derecha) para cada una de las Muestras 1, 2, 3 y 4 fue inesperadamente superior a la generada en el control sin tratar.

- 15 La temperatura de tratamiento del salvado y el germen tiene un significativo efecto sobre el sabor a nuez y el color dorado de las galletas con 100 % de harina integral. El nivel de humedad no muestra un significativo efecto sobre estos atributos. El venteo de compuestos volátiles durante la estabilización del salvado y germen (B&G) redujo la cantidad de compuestos volátiles relacionados con el sabor a trigo.

- 20 Ejemplo 4

Parte A. Producción de componente de salvado y germen tratado térmicamente extrudido (B&G)

- 25 En este ejemplo, un componente o fracción de salvado y germen molido se somete a extrusión en diferentes condiciones de proceso para obtener un componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente extrudido con el objetivo de una pérdida reducida de nutrientes de la harina integral, daño reducido a la función de la harina integral, y atributos sensoriales mejorados de los productos horneados de harina integral preparados con el componente o fracción extrudida tratado térmicamente. Las condiciones del proceso que varían incluyen el contenido de humedad del componente o fracción de salvado y germen, la velocidad de alimentación del componente o fracción de salvado y germen, y la velocidad de rotación del husillo como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Condiciones de extrusión del componente o fracción de salvado y germen molido

Análisis N.°	Velocidad de alimentación de B&G (Kg/h)	Velocidad de alimentación del agua (Kg/h)	Velocidad de rotación del husillo (rpm)
1	61,87	11,48	500
2	61,87	9,94	500
3	101,15	0,71	350
4	150,57	0,71	500
5	150,57	5,33	500
6	132,83	5,33	350

- 35 Se utilizó un alimentador volumétrico Acrison con un husillo de cinta 0,05 m (2 pulg.) para obtener una velocidad de alimentación del componente de salvado y germen diferente (humedad de 12 %) (61,87 kg/h. a 150,57 kg/h.) en una extrusora de cocinado (MPF-50 Mark II L/D 25:1) fabricada por Baker Perkins (Modelo N.° 7-1988)

- 40 La velocidad de alimentación del agua al tambor varía de 0,71 kg/h a 11,48 kg/h mediante una bomba de agua del proceso de extrusión (Bran Lubbe N-P31)). El husillo se hace rotar a velocidades de funcionamiento de 350 a 500 rpm. Tras una etapa de trabajo, el componente de salvado y germen se fuerza a través de un orificio de la matriz para formar un extrudato de salvado y germen utilizando una cabeza troquelada (Haensel Processing 2812). Se corta en extrudato y se enfría a través de dos zonas de un horno de secado con una longitud de 3 m (10 pies) (Radiations Systems). Durante cada análisis, se registró el par de torsión de la extrusora. Se calculó la velocidad de cizallamiento y la energía mecánica específica (SME) basada en la configuración de la extrusora y las condiciones del proceso como se muestra en la Tabla 8:.

Tabla 8: Diseño experimental y temperatura del tambor de la extrusora, Par de torsión, SME y velocidad de cizallamiento durante el proceso de extrusión del salvado y germen.

Muestra	Temperatura del tambor °C (°F)				Par de torsión	SME (KWH/KG)	SME (W*h/KG)	Velocidad de cizallamiento (por min)	Temperatura del producto °C (°F)	Humedad del diseño. Cizallamiento
	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Zona 9						
1	70 (158)	92,8 (199)	100,6 (213)	116,1 (241)	0,26	0,04	36	4424	91,7 (197)	HH
2	67,2	93,3	101,1	121,1	0,28	0,04	39	4424	93,3 (200)	HH

	(153)	(200)	(214)	(250)						
3	69,4 (157)	93,3 (200)	153,9 (309)	180 (356)	0,80	0,05	47	3097	93,3 (200)	LL
4	65 (149)	95 (203)	173,3 (344)	198,9 (390)	0,90	0,05	51	4424	91,7 (197)	LH
5	65 (149)	93,8 (201)	176,7 (350)	200 (392)	0,80	0,05	46	4424	89,4 (193)	MH
6	70,6 (150)	97,2 (206)	173,9 (345)	191,1 (376)	0,90	0,04	41	3097	90,6 (195)	ML

* $SME = (\text{velocidad real del husillo/velocidad del husillo tarado}) \times \% \text{ de par de torsión (índice de potencia de motor/velocidad de alimentación (kg/h) = KWH/KG;}$

* $\text{velocidad de cizallamiento } ((\pi) \times (\text{diámetro del tambor/diámetro del husillo}) \times \text{rpm})/((\text{diámetro del husillo} - \text{diámetro de la raíz})/2)$

- 5 * Potencia del motor de la extrusora: $40 \text{ HP} \times 0,746 = 30 \text{ KW}$, Diámetro del tambor = 0,05 m (2 pulg.); Diámetro del husillo = 0,048 m (1,880 pulg.); Diámetro de la raíz = 0,029 m (1,125 pulg.).

Parte B: Caracterización de harina integral y salvado y germen

- 10 Tras el proceso de extrusión con tratamiento térmico, cada extrudato de salvado y germen se molió en un polvo fino (85 % a través de un tamiz de malla N.º 70) utilizando un molino Bauermeister Gap Mill modelo GM 40. El salvado y germen molido se volvió a combinar con las fracciones de harina restantes (harina ordinaria + harina refinada) para formar una harina integral.

- 15 Se determinó la distribución del tamaño de partículas de la harina integral utilizando un Roto Tap. El método es aplicable a una amplia variedad de productos e ingredientes que utilizan una acción mecánica uniforme para asegurar resultados precisos y confiables. El agitador reproduce el movimiento circular y de golpeteo utilizado en el tamizado manual. El método se adaptó a partir del método del agitador RoTap ASTA 10.0 con las siguientes modificaciones y adaptaciones:

- 20 Método de distribución del tamaño de partículas de la harina integral

El aparato empleado es:

1. Un agitador de tamiz de ensayo eléctrico Tyler RoTap (Fisher Scientific), con temporizador automático.
2. Tamices normalizados U.S. n.º 20, n.º 35, n.º 40, n.º 50, n.º 60, n.º 80, n.º 100, bandeja separadora inferior, y cubierta
- 25 3. Equilibrio del peso, preciso hasta 0,1 g
4. Cepillos para limpiar las pantallas
5. Adyuvante del flujo de polvo de silicio (Syloid n.º 244, W.R. Grace & Co.)

El procedimiento empleado es:

- 30 1. Utilice tamices tarados limpios, secados vigorosamente.
2. Pese de forma precisa el tamaño designado de muestra (lo más próximo a 0,1 g) en un vaso de precipitados de 250 ml o 400 ml
3. Tare los tamices adecuados y la bandeja inferior individualmente
4. Apile los tamices sobre el agitador con la abertura más gruesa en la parte superior y aumente la finura hasta
- 35 que la apertura más fina esté en la parte inferior. Coloque la bandeja inferior debajo.
5. Transfiera la muestra cuantitativamente desde el vaso de precipitados al tamiz superior.
6. Coloque la cubierta del tamiz sobre la parte superior, a continuación la placa del agitador, el marco circular y baje el brazo del grifo
7. Ajuste el temporizador para 5 minutos
- 40 8. Tras la finalización de la agitación, retire los tamices del RoTap y pese cuidadosamente cada tamiz y la bandeja por separado.

Los cálculos empleados son:

- 45 1. Utilizando un tamiz
 - a. $\% \text{ on} = \frac{(\text{peso de tamiz} + \text{material}) - \text{peso del tamiz}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$
 - b. $\% \text{ thru} = 100 - \% \text{ on}$
- 50

2. Utilizando tres tamices o más
 - Tamiz A (S_a), grueso, superior
 - Tamiz B (S_b), medio, intermedio
 - 55 Tamiz C (S_c), fino, inferior

etc.

$$a. \quad \% \text{ on}_a = \frac{(\text{peso de } S_a + \text{material}) - \text{peso de } S_a}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

$$b. \quad \% \text{ on}_b = \frac{(\text{peso de } S_b + \text{material}) - \text{peso de } S_b}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

$$c. \quad \% \text{ on}_c = \frac{(\text{peso de } S_c + \text{material}) - \text{peso de } S_c}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

3. La cantidad de adyuvante de flujo de polvo de silicio añadido a la muestra debe sustraerse del peso en la bandeja antes de hacer el anterior cálculo.

4. La suma de los porcentajes de todos los tamices (más la bandeja) debe ser igual o muy aproximada a 100 %

Se determinaron el contenido de humedad de la harina integral y el contenido de humedad del componente o fracción de salvado y germen según el Método 44-15A. de la AACC. Se determinaron las cenizas según el método oficial 923.03 de la AOAC para medir las cenizas en la harina y el salvado y germen. Se determinó la actividad lipasa del salvado y germen extraíble como en el Ejemplo 1.

La Tabla 9 muestra las características de la harina integral de: (1) humedad de la harina integral, (2) contenido de cenizas de la harina integral, (3) contenido de humedad del componente o fracción de salvado y germen, (4) contenido de cenizas del componente o fracción de salvado y germen, (5) actividad lipasa del componente o fracción de salvado y germen, y (6) distribución del tamaño de partículas del componente o fracción de salvado y germen.

Tabla 9: Componente de salvado y germen, y tratamiento de extrusión tras la caracterización de la harina integral

	Humedad de la harina WG (% en peso)	Cenizas de la harina WG (como % en peso)	Cenizas del salvado y germen (% en peso, base seca)	Humedad del salvado y germen (% en peso)	Lipasa del salvado y germen (kat/g(u/g))	Tamaño de partículas del salvado y germen (Tamiz N.º)						
						40	50	60	70	80	100	Hasta 100
Análisis 1	13,59	1,39	3,63	14,485	$8,2 \times 10^{-8}$ (4,92)	0,10	0,10	3,58	7,96	7,36	9,66	70,38
Análisis 2	12,95	1,38	3,72	14,41	Negativo	0,12	0,40	4,62	8,4	8,12	10,52	67,22
Análisis 3	9,93	1,42	3,74	3,395	Negativo	0,44	1,84	4,58	4,96	4,50	6,44	76,90
Análisis 4	9,61	1,46	3,71	2,646	Negativo	0,94	2,88	4,80	5,18	4,70	6,44	75,54
Análisis 5	9,69	1,43	3,73	3,738	Negativo	0,66	3,00	4,12	5,96	5,50	7,44	73,80
Análisis 6	10,20	1,46	3,67	5,112	$4,28 \times 10^{-8}$ (2,57)	0,28	1,92	5,06	6,66	5,90	8,62	72,32
Control G3SWS	12,17	1,37	3,72	11,78	$1,1 \times 10^{-5}$ (662,50)	0,02	1,44	4,38	5,88	6,02	6,82	74,94

Sumario y conclusiones

El contenido de humedad del componente o fracción de salvado y germen tratado por extrusión es alto cuando la velocidad de alimentación del agua es elevada (Análisis n.º 1, 2). El contenido de humedad total del componente o fracción de salvado y germen era de 24-26 % para el análisis n.º 1 y n.º 2. El componente de salvado y germen del Análisis n.º 1 y n.º 2 tiene también un tamaño de partículas ligeramente más fino que el del componente de salvado y germen del G3SWS del control. Cuando la velocidad de alimentación del agua es menor (Análisis Números 3 a 6), el contenido de humedad del salvado y germen antes del proceso de extrusión era significativamente inferior (aproximadamente 3 % a 5 %) en comparación con el contenido de humedad del salvado y germen sin tratar (11,78 %). Sin embargo, el contenido de humedad de la harina integral final es todavía próximo al contenido de humedad de la harina integral sin tratar y la harina integral comercial.

El tratamiento térmico de la extrusión puede reducir la actividad lipasa (de $1,1 \times 10^{-5}$ kat/g (662 U/g) a negativa) para todos los análisis, en comparación con la actividad lipasa de la harina integral comercialmente disponible ($2,73 \times 10^{-6}$ kat/g (164 U/g)) indicando que el tratamiento térmico de la extrusión estabiliza sustancialmente el componente o fracción de salvado y germen, y la harina integral que contiene el componente o fracción de salvado y germen.

Ejemplo 5

Efecto de la extrusión sobre la funcionalidad y los nutrientes de la harina integral

En este ejemplo, el efecto de extrusión sobre la harina integral preparada con el componente o fracción de salvado y germen tratado térmicamente extrudido del Ejemplo 4 se determinó en términos de funcionalidad de la harina, contenido de fibra dietaria y vitaminas E, B1, y B2. Se probó la función de la harina integral utilizando la prueba de Capacidad de retención del disolvente descrita en el Ejemplo 2 mediante el método del alveógrafo modificado. El método del alveógrafo modificado es:

Método del alveógrafo de grano entero

Objetivo y alcance:

Este método se usa para caracterizar la extensión biaxial general de la harina integral. Este procedimiento es aplicable solo a la harina de trigo integral.

Sumario:

Se mezcla una cantidad calculada de harina integral con un volumen calculado de solución de cloruro de sodio al 2,5 %. A continuación la masa resultante se extrude, se corta en empanadas pequeñas, y se deja permanecer a una temperatura estable. Las empanadas a continuación se presionan e inflan mediante la presión del aire creando una burbuja. A continuación se crea una representación gráfica de la presión necesaria para inflar la empanada.

Aparato:

- A) Baño de agua; capaz de enfriar y calentar hasta un intervalo de 0,1 grados Celsius
- B) Alveógrafo Chopin
- C) Calculadora Chopin RCV4
- D) Impresora Epson LX 810
- E) Diagramas del Alveógrafo
- F) Gotero
- G) Recipiente de Garrafa de 16 l

Reactivos:

- A) Solución de Cloruro Sódico al 2,5 %: 400 g NaCl/16000 ml H₂O desmineralizada
- B) Aceite Mineral Ligero (Fisher 0121-4)

Procedimiento:

A) Compruebe y registre lo siguiente:

- 1) La temperatura de la harina debe estar entre 18-25 °C.
- 2) La temperatura de las cámaras de mezcla debe ser de $24,0 \pm 0,2$ °C
- 3) La temperatura de las cámaras de reposo debe ser de $25,0 \pm 0,2$ °C
- 4) La temperatura del baño de agua debe estar entre 19-22 °C
- 5) Temperatura ambiente: $21,1 \pm 2,5$ °C ($70 \pm 2,5$ °F)
- 6) Salinidad del Agua: Debe estar entre 2,4 - 2,6 % de NaCl.
- 7) Humedad relativa: Intervalo de precintado 65 + 15 %

Procedimiento:

B) Adición de agua:

- 1) Determine el porcentaje de humedad de la muestra de harina hasta 0,1 %.
- 2) Adapte las alarmas del alveógrafo de la manera siguiente:

Amasado: 14 min

Amasado + reposo: 34 min.

- 3) Calcule la solución de harina y cloruro sódico utilizando la correspondiente hoja de cálculo Excel (adjunta) basándose en el % de humedad de la harina y el % de hidratación deseada.

Nota: para los experimentos preliminares utilice la hidratación a 55 % y 60 % para determinar las mejores condiciones de prueba.

- 4) Llene la bureta Chopin hasta el volumen calculado con una solución de NaCl a 2,5 %. Si la bureta está sobrerrellenada, abra la llave de cierre y permita que se agote algo de la solución. Utilice una Kimwipe para secar el agua restante fuera de la punta de la bureta. La bureta debe administrar el agua contenida en esta en aproximadamente 20 s. Si el volumen de la solución de NaCl es superior a la capacidad de la bureta del alveógrafo, el volumen debe medirse exactamente utilizando un cilindro graduado.

- 5) Pese la cantidad de harina calculada ($\pm 0,5$ g) y transfírela a un cuenco de mezcla:

- 6) Inicie el mezclador y la cuenta regresiva del temporizador. Añada el agua procedente de la bureta en la cámara de mezcla con la harina.

7) Al final de un minuto (lectura del temporizador 33 min), detenga el mezclador y rasque el cuenco, asegurando que se incorpore toda la harina en la masa. No tarde más de un minuto para completar este paso. Al final de un minuto (lectura del temporizador 32 min) reinicie el mezclador.

8) En este momento, querrá aplicar el aceite (véase la siguiente sección).

C) Aplicación del aceite:

Durante los 12 minutos restantes del periodo de mezcla, deberá aplicarse todo el aceite. Todas las gotas deben alimentarse por gravedad sin que la punta del aplicador toque la superficie. La botella de aceite debe mantenerse vertical a la superficie donde se está aplicando el aceite. Todo el aceite debe esparcirse con la espátula de acero excepto para el rodillo, tapón de presión, y placa de presión que el dedo del operario(s) o una espátula de plástico delgada debe utilizar para esparcir el aceite.

Deben aplicarse las siguientes cantidades:

Placa de extrusión:	inicialmente 4; 2 entre extrusiones
Placa de reposo:	5 gotas en cada placa
Plato laminado:	8 gotas en cada área de empanada
Rodillo:	5 gotas esparcidas uniformemente
Placa de presión:	inicialmente 4; 2 entre empanadas esparcidas uniformemente
Tapón de presión:	inicialmente 2; 1 entre empanadas esparcida uniformemente

D) Extrusión:

1) Después que la muestra se ha mezclado 12 minutos más (lectura del temporizador 20 min), detenga el mezclador, invierta su dirección, abra completamente el puerto de extrusión, y vuelva a encender el motor. La dirección de la cuchilla de mezcla está ahora invertida de tal manera que la masa puede extrudirse a través del puerto de extrusión.

2) Rasque las paredes del mezclador para evitar la adherencia de la masa a las paredes. Cuando haya terminado, cierre la tapa y continúe.

3) Coloque la placa de extrusión engrasada debajo del husillo delante de la abertura de extrusión y permita que la masa fluya fuera sobre la placa.

4) Extruda y corte la primera media pulgada de la masa. Este trozo puede descartarse.

5) Extruda la masa sobre la placa de extrusión. Al hacer esto, trabaje el lado de la empanada lo suficiente para despejar las cabezas de los husillos y mantenga la parte delantera de la masa volteada hacia arriba. Evite manipular en exceso la masa. Su objetivo es dejar que la masa se extruda a su ritmo natural y evitar que se agrupe.

6) Cuando la lámina de la masa tenga aproximadamente 0,044 m (1 3/4 pulg.) de longitud, corte la empanada y transfírala al plato laminado. Corte y extruda un total de cinco piezas de esta longitud. Coloque dos sobre cada ensamblaje laminado, excepto para el tercer ensamblaje, que tendrá solo una pieza de masa.

E) Corte:

1) Aplique un recubrimiento ligero de aceite mineral a la cortadora para evitar que se adhiera la masa a esta.

2) Utilice la cortadora para cortar las piezas de la masa. Córtelas en el mismo orden en el que se extrudieron.

3) Después de que se corte una pieza de masa, transfiera ésta a una placa de reposo. A continuación, coloque la placa de reposo en la cámara de reposo. Debe tener cuidado de que la forma y el grosor de las empanadas no cambien durante la transferencia.

4) Permita que las piezas de masa permanezcan en reposo hasta que hayan finalizado completamente los 34 minutos desde el comienzo de la prueba.

F) Estiramiento de las piezas de masa:

1) Antes de utilizar el alveógrafo, debe calibrarse adecuadamente. Utilice la boquilla de calibración que se proporciona con la máquina.

2) Coloque una pieza de masa en la parte intermedia de la placa de presión, el husillo sobre el tapón de presión, y gire el conjunto de prensa hacia abajo. Debería haber 2 revoluciones completas desde el inicio al acabado y debe tardar un total de 20 segundos para hacer esto (10 segundos por rotación).

3) Una vez que la prensa está abajo, retire el tapón de presión. Mueva el dial del alveógrafo desde 1 a 3 (posición 6:00), a continuación presione el botón de inicio en la calculadora. Cuando vea el primer agujero en la burbuja presione detener en la calculadora RCV4. Repita esto para las 5 piezas de masa.

4) Para recuperar los resultados al finalizar, pulse el botón avg, y a continuación el botón end. Esto promediará los resultados y a continuación imprimirá la gráfica.

5) Después que la gráfica se haya impreso, pero antes que la impresora haya acabado el valor inicial, pulse el botón de cancelación 2 veces. La lectura de LED debe decir PRET.

6) Los resultados individuales ahora necesitan ser recuperados. Presione el botón Test, a continuación el botón #1, a continuación el botón enter. Esto dará acceso a los resultados individuales de la prueba para la primera empanada. A continuación pulse scan, esto dará acceso a cada parámetro de la primera prueba del alveógrafo. Repita estos pasos para los ensayos 1-5.

G) Evaluación de la curva:

1) La RCV4 calculará automáticamente los resultados. No necesita indicar W a los resultados "L =100".

A. Efecto del proceso de extrusión del salvado y germen sobre la función de la harina integral tal como se determina mediante SRC

Utilizando el método SRC descrito en el Ejemplo 2 se midieron las características funcionales de la harina integral.

La Tabla 10 muestra las variables del proceso de extrusión: (1) velocidad de alimentación del componente de salvado y germen, (2) velocidad de alimentación del agua, (3) velocidad de cizallamiento de la extrusión, (4) valores de capacidad de retención del disolvente para los cuatro disolventes; agua, sacarosa, carbonato de sodio, y ácido láctico:

Tabla 10: Resultados de SRC

Análisis de extrusión	Velocidad de alimentación de B&G (Kg/h)	Velocidad de alimentación del agua (Kg/h)	Velocidad de cizallamiento, por min	SRC del agua en %	SRC de la sacarosa en %	SRC de Na ₂ CO ₃ en %	SRC del ácido láctico en %	Humedad del diseño. Cizallamiento
1	61,87	11,48	4424	92,44	126,80	156,12	121,19	HH
2	61,87	9,94	4424	91,38	128,20	156,18	123,53	HH
3	101,15	0,71	3097	111,38	136,59	160,14	142,24	LL
4	150,57	0,71	4424	109,81	136,45	159,18	141,66	LH
5	150,57	5,33	4424	104,37	138,32	170,70	136,62	MH
6	132,83	5,33	3097	107,10	143,50	173,94	141,28	ML
WG Recon				64,61	76,36	78,58	70,73	

Como se muestra en la Tabla 10, el salvado extrudido, tras la reconstitución de la harina integral, influencia las propiedades de sorción del disolvente de la harina. El daño al almidón, medido mediante la SRC del carbonato de sodio, fue alto (165 % +/- 8), para todas las combinaciones de variables, en comparación con el control (79 %).

B. Efecto del proceso de extrusión del salvado y germen sobre la función de la harina integral tal como se determina mediante el alveógrafo

Utilizando el método del alveógrafo descrito anteriormente, se midieron los cambios de las características funcionales de la harina integral. La Tabla 11 muestra las variables del proceso de extrusión: (1) velocidad de alimentación del componente de salvado y germen, (2) velocidad de alimentación del agua, (3) velocidad de cizallamiento de la extrusión, (4) Valores del alveógrafo donde P es tenacidad, L es: extensibilidad, W es: resistencia al horneado, y P/L es la relación de configuración de la curva:

Tabla 11: Prueba del alveógrafo de la harina integral preparada con salvado y germen extrudido

Análisis de extrusión	Velocidad de alimentación de B&G (Kg/h)	Velocidad de alimentación del agua (Kg/h)	Velocidad de cizallamiento (por min)	P (mm)	L (mm)	W (10 ⁴ xj)	P/L	Humedad del diseño. Cizallamiento
Análisis 2	61,87	9,94	4424	59	14	37	4,21	HH
Análisis 3	101,15	0,71	3097	48	10	20	4,8	LL
Análisis 4	150,57	0,71	4424	41	8	16	5,12	LH
Análisis 5	150,57	5,33	4424	45	9	19	5	MH
Análisis 6	132,83	5,33	3097	52	9	22	5,78	ML
WG Recon				40	31	45	1,29	

Como se muestra en la Tabla 11 todas las muestras tratadas por extrusión tienen una burbuja muy pequeña, sin extensibilidad, y son muy pegajosas. A una velocidad de alimentación baja del componente de salvado y germen se presenta una funcionalidad de la masa con agua ligeramente mejor que la de la alimentada con altas cantidades de agua (análisis n.º 2) en comparación con la de otros análisis de extrusión.

C. Efecto del proceso de extrusión sobre el contenido de vitamina E, B1, y B2 del componente de salvado y germen

Se determinó la vitamina B1 (tiamina) del componente o fracción de salvado y germen según AOAC 942.23, 970.65 y 981.15. Se usó AOAC 942.23, 970.65 y 981.15 para medir el contenido de vitamina B2 (riboflavina) del componente o fracción de salvado y germen. Se determinó el contenido de vitamina E del componente o fracción de salvado y germen según AACC 86-06. En la Tabla 12 se muestran los resultados de las determinaciones de la velocidad de retención de las vitaminas:

Tabla 12: Velocidad de retención de las vitaminas del salvado y germen extrudido

	Control B&G	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Análisis 4	Análisis 5	Análisis 6
Humedad del salvado y germen (%)	11,78	14,50	14,41	3,40	2,65	3,74	5,11
Vitamina E (UI/100 g, base seca)	1,81	1,40	1,29	1,76	1,95	1,77	1,69
% de retención de la vitamina E		77,54	71,01	97,23	107,83	97,57	93,16
Vitamina B1 (mg/100 g, base seca)	0,44	0,43	0,43	0,01	0,01	0,03	0,07
% de retención de la vitamina B1		98,35	98,25	2,35	2,33	7,08	16,77
Vitamina B2 (mg/100 g, base seca)	0,15	0,14	0,15	0,13	0,14	0,15	0,14
% de retención de la vitamina B2		93,57	101,26	89,72	95,87	96,96	91,33

La Tabla 12 muestra que la vitamina E y B2 tienen altas velocidades de retención en todos los análisis. Sin embargo, existe alguna pérdida de vitamina E a velocidades de alimentación del agua altas (Análisis n.º 1 y n.º 2). La vitamina B1 tiene una pérdida significativa para el Análisis 3 al análisis 6 (velocidad de retención de 2,33-16,77 %) a una velocidad de alimentación baja del componente de salvado y germen (B&G) y una velocidad de alimentación del agua. Sin embargo, no existe pérdida de vitamina B1 para el Análisis n.º 1 y n.º 2.

D. Efecto del proceso de extrusión sobre el contenido de la fibra dietaria total del salvado y germen

Se determinó el contenido total de fibra dietaria del componente o fracción del salvado y germen según AOAC 2009.01 y los resultados se muestran en la Tabla 13:

Tabla 13: Velocidad de retención de la fibra dietaria total del componente de salvado y germen extrudido

	Control B&G	Análisis 2	Análisis 4
Fibra dietaria total (%)	25,60	24,10	27,40
Humedad del salvado y germen (%)	11,78	14,41	2,65
Fibra dietaria total (% de base seca)	29,02	28,16	28,15
% de retención de la fibra dietaria total		97,03	96,99

Como se muestra en la Tabla 13 el proceso de extrusión cambia ligeramente el contenido total de la fibra dietaria del componente o fracción de salvado y germen.

Sumario

Los componentes de salvado y germen extrudidos, tras la reconstitución de la harina integral, influencia las propiedades de sorción del disolvente de la harina y las propiedades de manipulación de la masa. Las propiedades de sorción del disolvente de la harina son muy altas en comparación con el control, que tendrá un impacto negativo sobre la maquinabilidad de la masa y el rendimiento del horneado, pero serían buenas para la producción de productos horneados con un alto contenido de humedad tales como tartas y panes. Los resultados del alveógrafo muestran también que la masa de la harina integral es pegajosa y sin extensibilidad. El proceso de extrusión retiene todo el contenido de la fibra dietaria del componente de salvado y germen. Sin embargo, el proceso de extrusión puede influir el contenido de vitamina del componente o fracción de salvado y germen. Para obtener una velocidad de recuperación de la vitamina alta, las condiciones del proceso de extrusión deben seleccionarse cuidadosamente, por ejemplo, el Análisis n.º 1 y el Análisis n.º 2 proporcionarían velocidades de retención de la vitamina altas.

Ejemplo 6

Funcionalidad del horneado de la harina integral y evaluación sensorial de la galleta salada fermentada químicamente preparada con componente de salvado y germen tratado térmicamente con extrusión

En este ejemplo, en la Parte I, se evalúa la funcionalidad del horneado de la harina integral preparada con componente de salvado y germen tratado térmicamente con extrusión de los Ejemplos 4 y 5. En la Parte II de este

ejemplo, se evalúan el sabor y la textura de galletas saladas preparadas con 100 % de harina integral con el componente de salvado y germen tratado térmicamente con extrusión de los Ejemplos 4 y 5.

Parte I: Funcionalidad del horneado

En este ejemplo, se compara la funcionalidad del horneado de la harina integral preparada con componentes de salvado y germen procesados con extrusión de los Ejemplos 4 y 5 con la funcionalidad del horneado de la harina integral sin tratar. Los componentes o fracciones de salvado y germen extrudidos y las harinas integrales preparadas con proporciones naturales de salvado y germen y endospermo se describen en los Ejemplos 4 y 5, los Análisis 2 y 4 y el Control, por ejemplo, en las Tablas 7-13. El método de horneado de la prueba de la galleta salada fermentada químicamente utilizado para evaluar la funcionalidad del horneado de las harinas integrales es el método de la galleta salada de Kweon y col., *Cereal Chemistry*, 88(1): 19-24 (2011). En la Tabla 14 se relaciona la fórmula de la prueba utilizada en el horneado:

Tabla 14: Ingredientes básicos y fórmula para un método de galleta salada fermentada químicamente

Ingrediente	Fórmula (g)
Harina	100,0 (humedad de 14 %)
Sacarosa granulada fina	9
Sal	0,75
Bicarbonato de sodio	1,25
Bicarbonato amónico	1,25
Fosfato monocálcico	1,25
Manteca	12
Agua	29

Resultados del horneado

La Tabla 15 muestra los resultados del horneado para galletas saladas con 100 % de harina integral preparadas con la harina integral del G3SWS del control y las harinas integrales que contienen los componentes o fracciones del salvado y germen tratado térmicamente con extrusión del Análisis n.º 2 y el Análisis n.º 4:

Tabla 15: Resultados del horneado de la galleta salada

Muestra	Altura de la pila, 10 galletas saladas, cm (pulgadas)	Longitud, cm (pulgadas)	Contenido de humedad, % en peso
G3SWS control	4,62 (1,82)	5,36 (2,11)	1,22
Análisis n.º 2 del B&G extrudido	3,66 (1,44)	5,13 (2,02)	1,84
Análisis n.º 4 del B&G extrudido	4,04 (1,59)	5,05 (1,99)	2,01

Como se muestra en la Tabla 15, la galleta salada del control sin tratar, G3SWS, presentó una mejor altura de apilado y una longitud más larga que la de las galletas saladas preparadas con el componente de salvado y germen extrudido del Análisis n.º 2 y el análisis n.º 4. La galleta salada preparada con el componente de salvado y germen extrudido del Análisis n.º 4 es más oscura que la galleta salada de G3SWS del control sin tratar, y la galleta salada preparada con el salvado y germen extrudido del Análisis n.º 2.

Parte II. Evaluación sensorial

En este ejemplo, se compara el gusto, el sabor, y la textura de las galletas saladas integrales preparadas con la harina integral que contiene el componente de salvado y germen procesado con extrusión de los Ejemplos 4 y 5, se compara el Análisis n.º 2 con el de las galletas saladas integrales preparadas con el G3SWS del control de la harina integral sin tratar.

Metodología para la evaluación sensorial

Se evaluaron los productos por un panel experto del gusto en formato cuantitativo; enmascarados y etiquetados con códigos de 3 dígitos. Se recogieron los datos y se analizaron con Senpaq v. 4.3 ($p < 0,1$).

Resultados:

En comparación con G3SWS del control, las galletas saladas preparadas con la harina integral que contiene el componente de salvado y germen tratado con extrusión del Análisis n.º 2 se evaluaron como siendo más duras,

más crujientes, más húmedas, sensación en boca más aceitosa, más horneadas, menos crudas, menos sabor a trigo, menos sabor a salvado, menos sabor a madera, más caramelizadas, y con un aceite más caliente, y teniendo menos partículas, y partículas más pequeñas.

- 5 En conjunto, la extrusión reduce las características de trigo (sabor, partículas, sequedad), pero hace que los productos sean más duros y no mejora la formación de copos.

Sumario

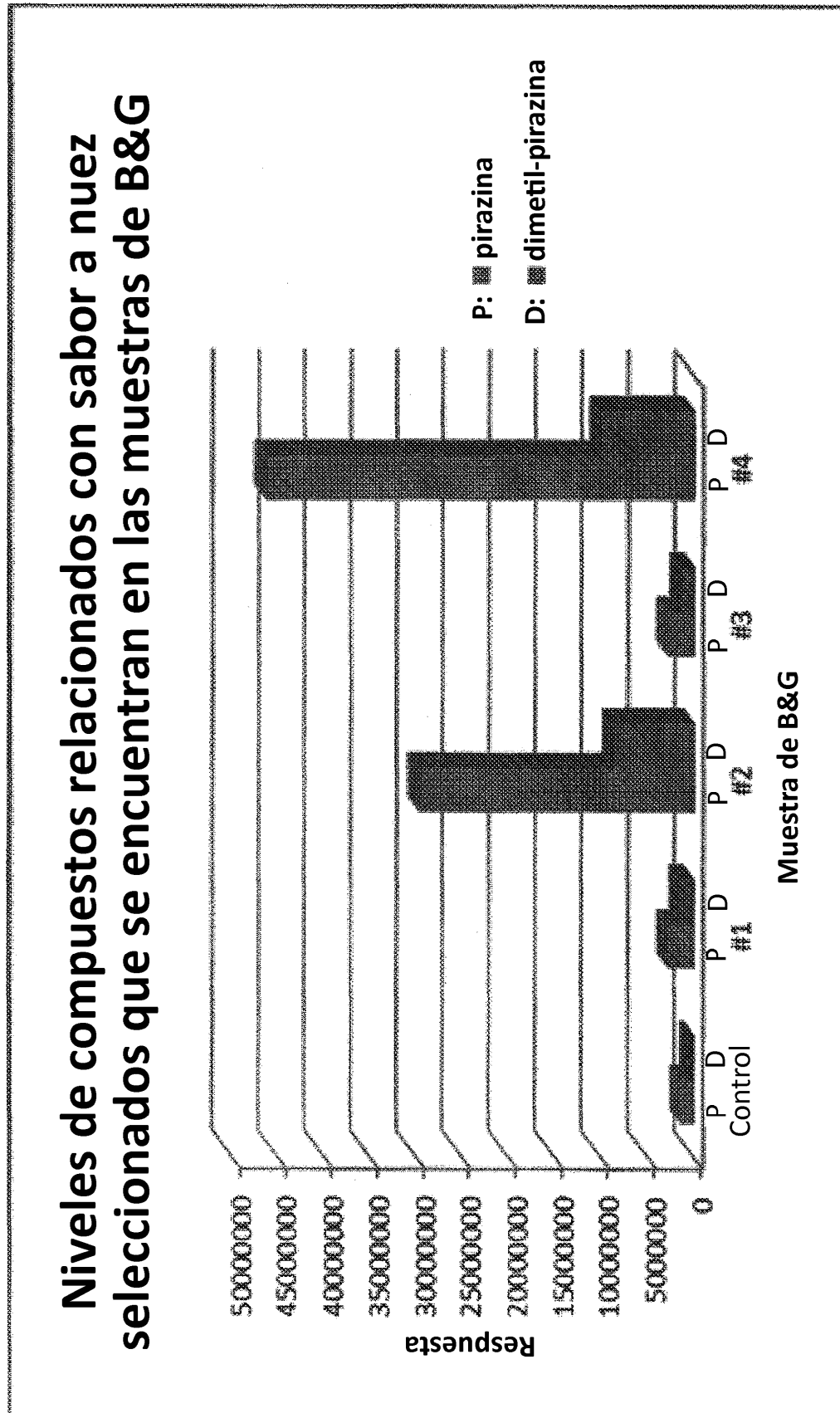
- 10 Las galletas saladas con 100 % de harina integral preparadas con harina integral procedente de los componentes de salvado y germen tratados con extrusión tenían una altura de la pila más baja y un mordisco más crujiente. Los resultados descriptivos sensoriales indicaron que la extrusión reduce las características del trigo (sabor, partículas, sequedad) pero hace que los productos sean más duros y no mejora la formación de copos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen molido que comprende someter un componente de salvado y germen molido a calentamiento a la vez que se transporta y mezcla el componente de salvado y germen molido en un dispositivo de transporte y mezcla, comprendiendo dicho componente de salvado y germen molido salvado y germen que tiene al menos 50 % en peso de salvado y un contenido de humedad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 25 % en peso, basándose en el peso del componente de salvado y germen molido, siendo dicho calentamiento a una temperatura de aproximadamente 140,6 °C a aproximadamente 210 °C (aproximadamente 285 °F a aproximadamente 410 °F) para volatilizar los componentes con sabor a trigo volátiles y la humedad en el componente de salvado y germen molido y para desarrollar un sabor a mantequilla, a nuez, caramelizado en el componente de salvado, eliminando los componentes con sabor a trigo y la humedad de la mezcla y del dispositivo de transporte durante dicho calentamiento para reducir el contenido de humedad del componente de salvado y germen en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso y para obtener un componente de salvado molido seco que tenga un contenido de humedad de aproximadamente 1,5 % en peso a aproximadamente 10 % en peso, y eliminar el componente de salvado molido seco del dispositivo de transporte y mezcla para obtener un componente de salvado y germen molido no expandido que tenga un sabor no de trigo, nuez, caramelizado y una textura no arenosa.
2. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 1 en donde el dispositivo de transporte y mezcla se ventea para la eliminación de los componentes con sabor a trigo volátiles y la humedad.
3. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 1 en donde los componentes con sabor a trigo volátiles y la humedad se eliminan mediante vacío.
4. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 1 en donde dicho calentamiento se lleva a cabo indirectamente mediante vapor.
5. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 1 en donde dicho calentamiento se lleva a cabo directamente mediante inyección de vapor en el componente de salvado a medida que este se transporta y mezcla.
6. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 1 en donde dicho calentamiento volatiliza los componentes con sabor a trigo que comprenden hexanal, heptadienal, nonanal, decanal, nonenal, heptenal, 1-octen-3-ona, 3,5-octadien-2-ona, decadienal, nonadienal, u octenal, o combinaciones o mezclas de los mismos, que se eliminan de dicho dispositivo, y producen componentes con sabor a nuez, caramelizado o componentes de sabor de una reacción de Maillard que comprenden al menos un miembro seleccionado del grupo que consiste en pirazinas y dimetilpirazinas que son retenidas por el componente de salvado y germen.
7. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 1 en donde dicho calentamiento reduce sustancialmente la actividad lipasa del componente de salvado y germen.
8. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 1 en donde el componente de salvado y germen comprende almidón, y dicho calentamiento evita la gelatinización sustancial del almidón contenido en el componente de salvado y germen.
9. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 8 en donde el dispositivo de transporte y mezcla funciona a baja presión e intercambia calor a través de un husillo hueco y un cuerpo encamisado.
10. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 8 en donde dicho componente de salvado y germen molido sometido a dicho calentamiento tiene un contenido de humedad de aproximadamente 5 % en peso a aproximadamente 12 % en peso, basándose en el peso del componente de salvado y germen molido, dicho calentamiento es a una temperatura de aproximadamente 143 °C a aproximadamente 350 °C (aproximadamente 290 °F a aproximadamente 350 °F), el contenido de humedad del componente de salvado y germen se reduce en aproximadamente 30 % en peso a aproximadamente 75 % en peso para obtener un componente de salvado molido seco que tenga un contenido de humedad de aproximadamente 1,5 % en peso a aproximadamente 4,5 % en peso, y dicho calentamiento se lleva a cabo durante un periodo de tiempo de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 6 minutos.
11. Un método para mejorar el sabor y la textura de un componente de salvado y germen según la reivindicación 8 en donde el componente de salvado y germen molido que se somete a dicho calentamiento tienen una temperatura inferior a 48,9 °C (aproximadamente 120 °F) en una entrada al

dispositivo de transporte y mezcla, y tras salir del dispositivo de transporte y mezcla el componente de salvado y germen molido no expandido que tiene un sabor no de trigo, a nuez, caramelizado y una textura no arenosa está en una forma particulada individual de flujo libre.

- | | | |
|----|-----|--|
| 5 | 12. | Un componente de salvado y germen que tiene un sabor no de trigo, a nuez, caramelizado y una textura no arenosa obtenida mediante el método de la reivindicación 1 o la reivindicación 8. |
| 10 | 13. | Una harina integral que tiene un sabor no de trigo, a nuez, caramelizado y una textura no arenosa que comprende un componente de salvado y germen obtenido mediante el método de la reivindicación 1 o la reivindicación 8, y un componente de endospermo. |
| | 14. | Un producto horneado que comprende el componente de salvado y germen de la reivindicación 12. |
| | 15. | Un producto horneado que comprende la harina integral de la reivindicación 13. |



ÚNICA FIGURA