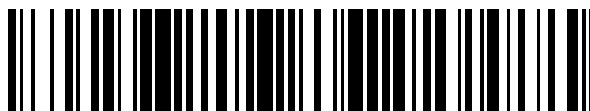


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 385**

51 Int. Cl.:

A23J 1/00 (2006.01)

A23J 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2016** **E 16151355 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018** **EP 3192377**

54 Título: **Método para producir un material queratínáceo parcialmente hidrolizado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.11.2018

73 Titular/es:

TESENDERLO GROUP NV/SA (100.0%)
Troonstraat 130
1050 Brussels, BE

72 Inventor/es:

BELMANS, MARC;
DELMOTTE, MATTHIEU;
ROGIERS, JOERI;
LOUSSOUARN, VINCENT y
FILLIÈRES, ROMAIN

74 Agente/Representante:

CAMPELLO ESTEBARANZ, Reyes

ES 2 691 385 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para producir un material queratináceo parcialmente hidrolizado

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método para producir material queratináceo parcialmente hidrolizado, tal como harina de plumas o harina de pelo.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las plumas, pelo, lana, pezuñas, uñas y similares de animales son una fuente de material queratináceo. Dicho material queratináceo, que generalmente es un subproducto de aves de corral, cerdos, vacas, ovejas y similares, tiene un alto contenido de proteínas, pero gran parte de la proteína es indigerible como tal, por ejemplo, tan solo el
 15 20 % de la proteína es digerible. Las plumas de aves de corral generalmente contienen aproximadamente del 80 al 90 % de proteínas en forma de β -queratina. La queratina contiene una cantidad relativamente alta de cisteína que da como resultado la reticulación de la proteína. El alto grado de reticulación con los puentes (di)sulfuro es la razón por la cual gran parte de la proteína, por ejemplo, en las plumas es indigerible. Por lo tanto, la queratina debe escindir-se antes de que los animales puedan digerir su contenido de proteínas (McCasland y Richardson 1966, Poul. Sci.,
 20 45:1231-1236; Moran et al. 1966 Poul. Sci., 45: 1257-1266). Por lo tanto, las plumas hidrolizadas pueden proporcionar una fuente económica de proteínas y aminoácidos digeribles. Por consiguiente, el hidrolizado de plumas (es decir, plumas hidrolizadas) se puede utilizar de varias maneras, tal como en la alimentación animal.

Los métodos para procesar plumas o pelo para aumentar la digestibilidad y para permitir su uso como una fuente de
 25 proteínas para la alimentación de aves de corral y ganado se conocen en la técnica. En general, dichos métodos implican el uso de hidrólisis para romper los puentes de sulfuro en las proteínas queratinosas e incorporar las proteínas hidrolizadas resultantes en los alimentos. Los métodos comúnmente usados para procesar una reserva que contiene queratina se subdividen en 1) métodos de tratamiento hidrotérmico y presurizado, 2) métodos de hidrólisis ácida, alcalina y/o enzimática o 3) combinaciones de los mismos.

30

En la técnica se conocen varios métodos para producir material queratináceo parcialmente hidrolizado, tal como harina de plumas; incluidos los documentos US5772968, US4286884, US4172073, EP 2832236 y EP 2832237. El material queratináceo generalmente no se hidroliza completamente en mono-aminoácidos para mejorar la digestibilidad. El material resultante de la hidrólisis parcial del material queratináceo es parcialmente insoluble en
 35 agua, y puede comprender una mezcla de líquido (disuelto) y sólido (material insoluble). Generalmente, el producto resultante se seca posteriormente para obtener un producto sólido. El secado puede impartir digestibilidad del material de acuerdo con, por ejemplo, la prueba de digestibilidad de pepsina y/o ileal.

Las desventajas de los procedimientos actuales, tales como la degradación de aminoácidos y polipéptidos sensibles
 40 al calor y la digestibilidad relativamente baja de los productos resultantes, han conducido a un interés continuo en nuevos métodos económicos de hidrólisis de material queratináceo que no requieren condiciones de tratamiento rigurosas.

El documento WO2015/014860 describe un proceso en el que la etapa de secado se realiza preferiblemente a
 45 presión reducida, con el fin de mantener la temperatura de secado tan baja, que se produce una pequeña degradación de la harina de plumas durante el secado.

RESUMEN DE LA INVENCION

50 Es un objeto de la invención proporcionar un método para producir material queratináceo parcialmente hidrolizado con una digestibilidad muy alta y que tenga un alto valor nutricional mientras que tiene buenas propiedades en polvo, en un proceso eficiente.

Este objeto de la invención se logra mediante el método para producir material queratináceo digerible, parcialmente
 55 hidrolizado, preferiblemente a partir de plumas, pelo, pezuñas, lana o uñas, que comprende las etapas de hidrolizar material queratináceo en presencia de agua, en un hidrolizador con calor y a una presión entre aproximadamente 2 bar y aproximadamente 15 bar, y al mismo tiempo secar y moler el material queratináceo hidrolizado resultante en un molino de turbulencia de aire, a aproximadamente la presión atmosférica, en el que el tiempo de residencia en el molino de turbulencia de aire es inferior a 10 s, de modo que la disminución de la digestibilidad de pepsina y/o ileal

es inferior al 10 %, y/o la digestibilidad de pepsina e ileal permanece más alta que la del 75 % y el 80 % respectivamente, en el que el material queratináceo resultante comprende un material al menos parcialmente insoluble, y en el que el tamaño de partícula promedio del producto (d50) que sale del molino de turbulencia de aire está entre 20 µm y 0,7 mm y el d90 está por debajo de 1 mm, según se mide con difracción láser usando un
5 analizador de tamaño de partícula de polvo seco Beckman Coulter.

Un objeto adicional de la invención es proporcionar un material queratináceo parcialmente hidrolizado y altamente digerible con un valor nutricional mejorado para aplicaciones de alimentación.

10 Estos y otros aspectos adicionales de la presente invención se analizan a continuación.

El proceso de la presente invención tiene una serie de ventajas. El secado eficiente en poco tiempo da como resultado un producto con atributos de excelente calidad, como por ejemplo una digestibilidad de la pepsina de preferiblemente el 80 % o más o incluso el 82 % o más, como por ejemplo, el 85 % o más, y una digestibilidad ileal
15 de más del 85 %, o incluso más del 90 %, tal como por ejemplo del 92 % o más. Además, el proceso es además eficiente, ya que se pueden realizar hasta cinco operaciones en una configuración relativamente sencilla. En los procesos convencionales, el secado, molienda, micronización, enfriamiento y tamizado son operaciones que se realizan en diferentes etapas, mientras que el proceso actual permite realizar estas 5 etapas en una sola operación. Además, es posible un corto tiempo de residencia de unos pocos segundos en comparación con los 60-90 minutos
20 utilizados en un secador de discos al vacío como se describe en el documento WO2015/014860.

El proceso de la presente invención también tiene el beneficio adicional de mitigar significativamente el riesgo de contaminación microbiológica del producto seco con Salmonella y similares. La ausencia de zonas muertas en el molino de turbulencia de aire debido a la turbulencia creada por la rotación de alta velocidad del rotor y el flujo de
25 gas y la fácil posibilidad de aumentar, si es necesario, la temperatura del flujo de gas durante un ciclo de producción son factores importantes para evitar la acumulación de productos o puntos fríos y, por lo tanto, previene y mitiga las contaminaciones microbiológicas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

30 El término "aproximadamente" significa más o menos el 20 %, preferiblemente más o menos el 10 %, más preferiblemente más o menos el 5 %, mucho más preferiblemente más o menos el 2 %.

El término "queratináceo" también incluye el término "queratinoso", significa todo material que tiene un alto contenido
35 de queratina, tales como plumas, pezuñas, lana, uñas y pelo. El término "hidrolizado de queratina", como se usa en el presente documento, se refiere al producto resultante después de la hidrólisis de un material que comprende queratina.

Materias primas

40 El material queratináceo usado en la presente invención comprende preferiblemente plumas, pelo, lana, pezuñas o uñas. Las plumas son productos derivados de aves de corral (pollo, pavo y pato) y el pelo y la lana son productos derivados de cerdos, vacas y ovejas. Las pezuñas o las uñas pueden originarse de una diversidad de fuentes animales y pueden usarse de forma molida como fuente de material queratináceo.

45 En una realización preferida, se usan plumas como material queratináceo ya que este material está continuamente disponible en cantidades sustanciales, de manera que una planta industrial que produce material queratináceo puede estar continuamente en funcionamiento.

50 Ventajosamente, el material queratináceo producido de acuerdo con un método de la presente invención puede proporcionar una fuente valiosa de proteína y/o fuente de aminoácidos en alimento para animales. Por ejemplo, el material queratináceo puede proporcionar una fuente de uno o más de los siguientes aminoácidos: metionina, cisteína, lisina, treonina, arginina, isoleucina, leucina, valina, histidina, fenilalanina, glicina, serina, prolina, alanina, ácido aspártico, tirosina, triptófano y ácido glutámico.

55 El material queratináceo para su uso en la presente invención tiene preferiblemente un alto contenido de proteína (generalmente más del 70 % en peso de la sustancia seca), que comprende al menos 17 aminoácidos. El contenido de proteína normalmente se determina midiendo la cantidad total de nitrógeno, y multiplicando dicho contenido de nitrógeno total con el denominado factor de Jones de 6,25. El resultado es la cantidad teórica de proteína.

Generalmente, las plumas comprenden entre el 70 y el 90 % de proteínas en sólidos; la cantidad de sólidos en las plumas crudas recolectadas de un matadero generalmente es de aproximadamente el 30 % en peso. La harina de plumas generalmente contiene de aproximadamente el 72 a aproximadamente el 87 % en peso de proteína, asumiendo menos del 8 % en peso de humedad.

5

En una realización de la invención, la sangre de animales sacrificados también puede procesarse junto con el material queratináceo.

El producto sanguíneo se puede mezclar con las plumas crudas, u otro material queratináceo, antes de la etapa de hidrólisis y se puede hidrolizar y secar de acuerdo con el proceso de la presente invención para obtener una harina adecuada para su uso como alimento o producto alimenticio. Como alternativa, la sangre y las plumas se introducen en el hidrolizador a través de entradas separadas, y se mezclan e hidrolizan en el hidrolizador. En una realización preferida, alternativa, la sangre coagulada se puede combinar con material queratináceo hidrolizado antes de ingresar al molino de turbulencia de aire.

15

En dicha realización preferida de la invención, la sangre completa cruda se puede coagular primero por contacto directo y mezcla con vapor vivo y centrifugarse adicionalmente para eliminar mecánicamente el agua de la sangre de la sangre coagulada. La sangre coagulada, conocida comúnmente como "coágulo de sangre", se puede mezclar con las plumas hidrolizadas que salen del hidrolizador y posteriormente secarse como una mezcla en el molino de turbulencia de aire.

20

Como alternativa, es posible usar sangre que no esté coagulada después del sacrificio de los animales. La sangre puede tratarse con anticoagulantes convencionales, tal como EDTA y citrato. Como alternativa, los glóbulos rojos se lisan por choque osmótico y choque de pH. La sangre puede tratarse entonces adicionalmente de acuerdo con los métodos descritos para el material queratináceo y, en esta realización alternativa, se mezcla preferiblemente con el material queratináceo crudo.

25

En el caso de que la sangre se use en combinación con material queratináceo, las cantidades adecuadas de material queratináceo con respecto a la sangre que se pueden usar junto con plumas u otro material queratináceo incluyen una relación de entre 1 a 10, preferiblemente de 1,3 a 3. En general, las cantidades relativas serán de aproximadamente el 10-50 % en peso de sangre y el 50-90 % en peso de material queratináceo, preferiblemente el 25-45 % en peso de sangre y el 55-75 % en peso de material queratináceo.

30

Proceso de hidrólisis

35

La hidrólisis parcial del material queratináceo en la etapa (i) del proceso de la invención, en un proceso preferido, será la siguiente: (a) carga de un hidrolizador vertical u horizontal continuo o discontinuo con plumas crudas u otro material queratináceo, opcionalmente con sangre cruda (en el caso de las plumas crudas, éstas tienen, por ejemplo, entre el 55 % y el 70 % de humedad; cuya humedad generalmente proviene del matadero, ya que las aves se escaldan en agua caliente antes de desplumarlas, las plumas arrancadas se transportan en el agua a una centrífuga o prensa antes de la descarga en el recipiente de recepción), (b) calentamiento del hidrolizador mediante camisas de vapor (y/o inyección de vapor directo), aumento de presión debido a la evaporación del agua y/o inyección directa de vapor, manteniendo la presión entre aproximadamente 2 bar y aproximadamente 15 bar, preferiblemente entre 2 y 8 bar durante 10 a 30 minutos, (c) despresurización y descarga a una sección de secado.

45

El material queratináceo crudo se puede moler o triturar para reducir el tamaño antes de cargarlo en el hidrolizador. Generalmente, no se requiere reducción de tamaño para plumas y pelos de cerdos o ganado.

El material queratináceo crudo húmedo generalmente tendrá un contenido de humedad de entre aproximadamente el 30 y aproximadamente el 80 % (% de humedad relativa con respecto al peso total del material queratináceo más humedad) cuando se suministra al hidrolizador, preferiblemente el contenido de humedad es de aproximadamente el 50 % en peso o más, y comúnmente en torno a aproximadamente el 70 %. Es preferible utilizar menos del 75 % en peso de humedad (es decir, menos de 3 partes de agua en 1 parte de material queratináceo de sustancia seca), ya que el agua añadida debe eliminarse y requiere energía para calentarla en el hidrolizador. Por lo tanto, una cantidad preferida de agua es aproximadamente el 65 % en peso o menos (a lo sumo aproximadamente 2 partes de agua en relación con 1 parte de sustancia seca de material queratináceo, preferiblemente plumas).

50

55

El hidrolizador generalmente funciona a una presión de aproximadamente 15 bar o menos, preferiblemente de 10 bar o menos, ya que una presión más alta es cada vez más costosa. La presión generalmente es de 2 bar o más. Se

prefiere una presión más alta para aumentar el grado y la velocidad de hidrolización. Por lo tanto, la presión es preferiblemente de aproximadamente 4 bar o más, y aún más preferible, de aproximadamente 6 bar o más. En general, la presión será de aproximadamente 9 bar o menos. La presión se da como bar absoluto.

5 La reacción de hidrólisis hidrotérmica rompe los enlaces peptídicos por la acción del agua, la temperatura y la presión. Generalmente, no hay ácido o base presente, aunque algunos pueden estar presentes en el material queratináceo procedentes del matadero. En general, es posible usar pequeñas cantidades de reactivos añadidos, tal como hidróxido de calcio o enzimas resistentes a altas temperaturas como las preparaciones de enzimas Cibenza, Valkerase. Se prefiere tener una reacción de hidrólisis con solo agua/vapor como reactivo activo.

10

La hidrólisis en la etapa (i) se realizará en un hidrolizador, que generalmente se denomina hidrolizador de vapor. Dicho hidrolizador es esencialmente un recipiente agitado, y puede ser operado como un proceso discontinuo o continuo. El hidrolizador preferiblemente permite un proceso continuo, y es un recipiente similar a un tubo agitado, como un extrusor o un recipiente agitado vertical. El hidrolizador puede ser un hidrolizador horizontal o un hidrolizador vertical. La agitación se realiza preferiblemente con un tipo de husillo de propulsión lenta de mezclador, paletas o similares.

15

La etapa de hidrólisis (i) generalmente durará entre aproximadamente 5 y aproximadamente 240 minutos, preferiblemente entre aproximadamente 10 y aproximadamente 180 minutos. Una presión más baja generalmente requiere tiempos de reacción más largos. Se prefiere realizar la reacción de tal manera, que el tiempo de residencia en el hidrolizador sea de aproximadamente 60 minutos o menos, mucho más preferido de aproximadamente 40 minutos o menos.

20

El vapor puede inyectarse directamente y/o usarse para el calentamiento indirecto. El calentamiento indirecto también puede verse afectado, por ejemplo, con bobinas de aceite caliente. En última instancia, la presión debe ser la requerida, y la cantidad de agua preferiblemente es tal, que el vapor saturado está presente a la presión y temperatura elegidas. Preferiblemente, la cantidad de vapor presente es de aproximadamente 200 gramos de vapor o más por kg de material queratináceo.

25

30 *Proceso de secado y molino de turbulencia de aire con piezas adjuntas.*

El material queratináceo parcialmente hidrolizado se secará a continuación de acuerdo con la etapa (ii) de la presente invención. El secado generalmente se realiza en una serie de etapas. La primera etapa comprende poner la mezcla que sale del hidrolizador de vapor a presión atmosférica, mientras se evapora parte del agua. Este vapor de agua puede oxidarse directamente además en un oxidador térmico o condensarse y tratarse en una planta de tratamiento de aguas residuales o similares.

35

En una realización preferida de la invención, la mezcla que abandona el hidrolizador, cuya parte del agua se evapora debido a la reducción de la presión, se somete a una etapa de prensado. En esta etapa, parte del agua del material queratináceo se elimina, para poner el contenido de agua, por ejemplo, de aproximadamente el 65 % en peso a aproximadamente el 45 % en peso.

40

El agua prensada a partir del material queratináceo después de la etapa de hidrólisis se denomina generalmente agua de cola. El agua de cola es rica en proteínas solubilizadas que tienen valor nutritivo. El agua de cola se puede concentrar por evaporación usando como práctica común la recuperación del calor residual y secarse adicionalmente usando por sí misma un sistema de secado apropiado y valorizado como tal, pero generalmente se concentra y se transfiere de nuevo a las plumas hidrolizadas para producir harina de plumas seca.

45

En una realización de la invención, el agua de cola que se puede prensar del material queratináceo después de la etapa de hidrólisis se concentra preferiblemente, y la solución concentrada se puede inyectar en el molino de turbulencia de aire separado del material queratináceo sólido, o se puede mezclar de nuevo antes de introducir el material queratináceo en el molino de turbulencia de aire.

50

En una realización alternativa, e incluso más preferida, en el proceso de acuerdo con la presente invención, la mezcla que sale del hidrolizador se ha reducido a la presión atmosférica, mientras que aún, a una temperatura elevada, se alimenta directamente al molino de turbulencia de aire. El material queratináceo húmedo y caliente comprende tanta energía que se puede usar una corriente de gas que se encuentra a temperatura ambiente para secar el material en un molino de turbulencia de aire. El material húmedo queratináceo generalmente tendrá una temperatura de aproximadamente 70 °C o superior, como por ejemplo aproximadamente 80 °C o superior, tal como

55

entre aproximadamente 90 y 100 °C. Dado que el material queratináceo está a presión atmosférica, la temperatura será de aproximadamente 100 °C (dependiendo de la presión ambiente) o menos.

5 En una realización preferida de la invención, el material queratináceo parcialmente hidrolizado, todavía húmedo, resultante se seca hasta un contenido de humedad de aproximadamente el 10 % en peso o menos, preferiblemente aproximadamente el 8 % en peso o menos. El secado a una cantidad de agua inferior a aproximadamente el 4 % en peso generalmente no es necesario, pero no sería perjudicial. El secado se realiza más preferiblemente hasta un contenido de humedad de aproximadamente el 5-7 % en peso. El secado da como resultado un producto estable en almacenamiento.

10 El secado es una etapa importante para la calidad final del material queratináceo, tal como la harina de plumas. Parece que las técnicas de secado comunes hacen que se reduzca la digestibilidad. En la realización preferida de la invención, el secado de la etapa (ii) se realiza a presión atmosférica mientras se forman pequeñas partículas, de manera que el secado es muy eficiente.

15 En una realización preferida, el material parcialmente hidrolizado resultante de la etapa (i) se seca con un método que permite un daño por calor bajo, de manera que la reducción de la digestibilidad del material queratináceo está limitada y se caracteriza por una digestibilidad de pepsina y/o ileal que se mantiene por encima del 80 %, preferiblemente aproximadamente el 85 % o más, y más preferiblemente aproximadamente el 90 % o más. Más
20 preferiblemente, la reducción en la digestibilidad de pepsina y/o ileal medida antes y después de la etapa de secado es preferiblemente inferior al 5 %. Para obtener dicho material con bajo daño por calor, los inventores de la presente invención descubrieron que el secado se debe llevar a cabo con un flujo de gas mientras que al mismo tiempo se muele el material. Los presentes inventores encontraron que se podía lograr una mejora adicional de la digestibilidad *in vitro* y las características del material del material queratináceo utilizando un molino de turbulencia de aire, porque
25 las pequeñas partículas que resultan de la acción de molienda ayudan a secar rápidamente el material hidrolizado.

Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, el material parcialmente hidrolizado resultante de la etapa (i) se seca simultáneamente y se muele con una corriente de gas, generalmente aire (que puede ser baja en oxígeno), utilizando un molino de turbulencia de aire. El molino de turbulencia de aire tiene el beneficio de una molienda rápida
30 y un efecto de secado, y el uso de un molino de turbulencia de aire de acuerdo con la invención da como resultado el secado y la molienda o trituración simultánea del material queratináceo introduciendo el material a secar y un flujo de gas, generalmente aire, en un rotor de alta velocidad en una cámara confinada.

Un molino de turbulencia de aire generalmente comprende una cámara (estator) con entradas y salidas apropiadas
35 para producto y una o más corrientes de gas en las que un elemento giratorio (rotor) está montado con pilas de dispositivos de impacto cuyo elemento giratorio puede girar a alta velocidad. Las paredes internas del estator están preferiblemente revestidas con elementos de impacto, como láminas corrugadas, para aumentar la eficiencia de la molienda con fuerzas de fricción y cizalladura adicionales. El rotor generalmente se coloca vertical u horizontalmente con respecto a la salida.

40 Existen varios tipos de molinos de turbulencia de aire. En general, se les conoce como molinos de molienda de aire turbulento o molinos de aire de vórtice. Algunos de estos también se denominan "secadores y trituradores de centrifugado", y otros también "secadores y trituradores ultrarrápidos". Los secadores y trituradores de centrifugado y los secadores y trituradores ultrarrápidos básicamente secan y muelen el producto húmedo en un corto período de
45 tiempo. El rotor se puede colocar de varias maneras, tal como vertical u horizontalmente con respecto a la salida. La presente invención contempla el uso de todos ellos bajo la noción de "molino de turbulencia de aire". Es preferible utilizar rotores colocados verticalmente, ya que estos parecen usar menos energía.

Se pueden usar molinos de turbulencia de aire, tales como los conocidos en la técnica de Atritor (Cell Mill),
50 Hosokawa (Drymeister), Larsson (Whirl flash), Jäckering (Ultra Rotor), Rotormill, Görgens Mahltechnik (TurboRotor) o puede usarse SPX para el secado y molienda en la presente invención. Algunos de estos molinos de turbulencia de aire se describen en, por ejemplo, los documentos US4747550, WO1995/028512 y WO2015/136070.

El molino de turbulencia de aire puede comprender un clasificador, que provoca una separación de partículas más
55 grandes y más pequeñas. El uso de un clasificador permite que las partículas más grandes se devuelvan al molino, mientras que las partículas más pequeñas se dejan para su posterior procesamiento. En otra realización, se producen dos o más grados de harina de plumas en partículas, con diferentes tamaños de partículas y propiedades en masa al tener dos salidas fuera del clasificador.

El secado se realiza con una corriente de gas (generalmente aire, que puede ser bajo en oxígeno) en un rotor de alta velocidad. La temperatura de entrada generalmente varía entre aproximadamente 20 °C y 500 °C, preferiblemente entre aproximadamente 20 °C y 450 °C e incluso más preferiblemente aproximadamente 20 °C y 180 °C. El extremo superior de la temperatura puede requerir un procesamiento cuidadoso y/o puede requerir 5 cantidades más bajas del gas calentado que se utilizará. Por ejemplo, sería posible utilizar el gas calentado a una temperatura de aproximadamente 450 °C y una segunda corriente de gas a temperatura ambiente si se requieren altas velocidades de gas.

La temperatura de salida del aire generalmente está por debajo de 100 °C, preferiblemente por debajo de 90 °C. La 10 temperatura del gas de entrada puede ser menor en caso de que la alimentación de queratina tenga una temperatura más alta.

El flujo de aire generalmente es de aproximadamente 5 m³/h por kg de material alimentado o superior, preferiblemente de aproximadamente 10 m³/h por kg de material alimentado. En general, la cantidad es de 15 aproximadamente 50 m³/h o menos, preferiblemente de aproximadamente 40 m³/h por kg de material alimentado o menos. Las cantidades adecuadas, más preferidas, están por ejemplo entre 15 y 30, tal como entre 20-25 m³/h por kg de producto alimentado.

El flujo de gas se puede alimentar al molino directamente con el material de alimentación, o indirectamente, en el 20 que el material queratináceo hidrolizado se alimenta en un lugar, y la corriente de gas se alimenta al molino de turbulencia de aire por separado en uno o varios otros lugares.

El molino de turbulencia de aire utilizado en la presente invención comprende preferiblemente una cámara confinada (estator) con entradas y salidas apropiadas para el producto y la corriente de gas en la cual un eje (rotor) vertical u 25 horizontalmente, montado con pilas de corte y los dispositivos de impacto tales como cuchillas, discos, placas y similares, gira a alta velocidad. Las paredes internas del estator pueden revestirse con láminas corrugadas, para aumentar la eficiencia de la molienda con fuerzas de fricción y cizalladura adicionales.

El rotor generalmente gira con una velocidad periférica de aproximadamente 10 m/s o más, más preferiblemente de 30 aproximadamente 15 m/s o más, incluso más preferiblemente de aproximadamente 20 m/s o más. En general, la velocidad es de aproximadamente 50 m/s o menos, preferiblemente aproximadamente 30 m/s o menos. Una velocidad adecuada es, por ejemplo, de aproximadamente 25 m/s.

El rotor puede colocarse vertical u horizontalmente con respecto a la salida.

35 El triturador puede producir calor sustancial. Además, el material queratináceo húmedo entrante puede estar a una temperatura superior a la temperatura ambiente. Si es útil, la corriente de gas se puede calentar, por ejemplo, mediante calentamiento directo en un quemador de gas (que también hace que se reduzca el nivel de oxígeno, lo que reduce el riesgo de ignición), o mediante calentamiento indirecto a través de un intercambio de calor con vapor o 40 aceite caliente.

El molino de turbulencia de aire comprende una o más entradas para un flujo gaseoso. Una o más de estas corrientes de gas pueden ser calentadas. En caso de que una corriente de gas se caliente, preferiblemente se 45 calienta a una temperatura de aproximadamente 50 °C o más.

El flujo gaseoso se puede introducir de diferentes maneras. En general, la corriente de gas principal se introduce en la parte inferior del molino de turbulencia de aire. Esta entrada puede ser la misma entrada que la entrada del producto húmedo. En tal caso, el flujo de gas se utiliza generalmente para transportar el producto. Se puede usar una segunda corriente de gas para influir en el comportamiento de la molienda y flujo del molino. En particular, en 50 caso de que el producto no sea fácil de transportar con un flujo de gas, se puede introducir en el molino a través de un husillo o bomba.

Para mantener una alta digestibilidad del material parcialmente hidrolizado, el tiempo de residencia promedio en el molino de turbulencia de aire es inferior a 10 s, preferiblemente inferior a 5 segundos, más preferiblemente inferior a 55 2 segundos, incluso más preferiblemente inferior a 1 segundo. El bajo tiempo de residencia promedio del material a secar en el molino permite un secado eficiente, mientras que solo se observa un aumento relativamente pequeño en la temperatura del material queratináceo. En caso de que se use un clasificador, el tiempo de residencia promedio será más alto, pero el tiempo en que el polvo está realmente en el triturador permanece preferiblemente por debajo de 10 s, e incluso más preferiblemente por debajo de 5 s.

Preferiblemente, la temperatura del material queratináceo que sale del molino de turbulencia de aire está en un intervalo de temperatura entre aproximadamente 30 °C y 90 °C, más preferiblemente entre aproximadamente 40 °C y 80 °C, incluso más preferiblemente entre aproximadamente 45 °C y 75 °C.

5 El flujo de gas abandona el molino de turbulencia de aire, opcionalmente a través de un clasificador, con el producto seco. El producto seco en forma de pequeñas partículas se separa de la corriente de gas, cuya separación generalmente se realiza en uno o más ciclones, preferiblemente un ciclón o por medio de un filtro de bolsa o combinaciones de ambos.

10 Es posible clasificar adicionalmente el polvo resultante que abandona el ciclón, como por ejemplo, en un tamiz horizontal para la detección de partículas grandes sobredimensionadas y/o para eliminar el polvo. Además, es posible producir diferentes calidades de harina de plumas, con tamaños de partícula más pequeños y más grandes.

15 Además, el flujo de aire que entra en el molino de turbulencia de aire puede ajustarse para influir en el tiempo de residencia y/o el tamaño de las partículas. Por ejemplo, el flujo de aire influye directamente en el tiempo de residencia en la cámara y el tiempo de contacto con el dispositivo de molienda; cuanto mayor es el flujo de aire, más corto es el tiempo de residencia y, por lo tanto, cuanto más grandes son las partículas, y viceversa, más bajo es el flujo de aire y más pequeñas son las partículas. El tamaño de las partículas está influenciado por un clasificador. El

20 experto en la técnica podrá equilibrar el molino de turbulencia de aire para proporcionar tamaños de partícula según sea necesario.

El material queratináceo seco resultante (harina de plumas)

25 El material queratináceo parcialmente hidrolizado se usa además como un producto seco (generalmente llamado harina de plumas cuando el material queratináceo de partida son plumas), con un contenido de humedad de aproximadamente el 10 % en peso o menos.

El material secado comprende preferiblemente menos del 8 % de humedad.

30 El material parcialmente hidrolizado después del secado tiene preferiblemente una digestibilidad de pepsina y/o ileal superior a aproximadamente el 80 % y el 90 % respectivamente, más preferiblemente superior al 82 % y al 92 %, respectivamente. Una digestibilidad de pepsina aún más preferida es superior al 85 %.

35 Aunque la etapa de hidrólisis mejora sustancialmente la digestibilidad, una gran parte de la harina de plumas es insoluble en agua pura (agua desmineralizada). Generalmente, más del 50 % en peso de la harina de plumas es insoluble, y más generalmente, más del 90 % es insoluble.

40 El secado y la molienda en un molino de turbulencia de aire tienen la ventaja adicional de que el color del material es un color marrón claro cremoso, que es más claro y más homogéneo que el material secado clásicamente. El color del polvo se puede medir, por ejemplo, utilizando un medidor de colorimetría según el espacio de color CIE-L*a*b. El color más claro se caracteriza por un valor relativamente alto (L), opcionalmente combinado con un valor relativamente alto (b). El valor alto (L) indica la luminosidad del polvo, mientras que el valor más alto (b) indica el color más amarillo distinto.

45 En general, el valor (L) del material queratináceo es aproximadamente 50 o superior, preferiblemente 54 o superior, y más preferiblemente aproximadamente 60 o superior.

50 En general, el valor (b) será de aproximadamente 10 o superior, preferiblemente de 12 o superior, y más preferiblemente de aproximadamente 14 o superior.

Los valores combinados (L) y (b) son preferiblemente un valor (L) mayor de 50, y un valor (b) mayor de 10, mayor de 12 o mayor de 14. Los valores combinados (L) y (b) más preferiblemente son un valor (L) de aproximadamente 54 o mayor, y un valor (b) mayor de 10, mayor de 12, o mayor de 14. Los valores combinados (L) y (b) incluso más

55 preferiblemente son un valor (L) de aproximadamente 60 o mayor, y un valor (b) mayor de 10, mayor de 12, o mayor de 14.

El material queratináceo resultante de la hidrólisis y el método de secado y molienda utilizado de acuerdo con la presente invención está en forma de un polvo con características de polvo, preferiblemente de tal manera que el

polvo tiene buenas propiedades de flujo, características de empaquetamiento, así como buenas características de dosificación para formular alimentos para mascotas y piensos.

5 El material en polvo queratináceo digerible, tal como harina de plumas, comprende al menos 17 aminoácidos, preferiblemente al menos 18 aminoácidos, tales como cisteína y tirosina.

Preferiblemente, la cantidad de cisteína es aproximadamente el 2 % en peso o más, más preferiblemente aproximadamente el 3 % en peso o más, incluso más preferiblemente aproximadamente del 4 a aproximadamente el 5 % en peso o más con respecto al contenido de proteína total.

10

Preferiblemente, la cantidad de tirosina es aproximadamente el 1 % en peso o más, más preferiblemente aproximadamente el 1,5 % en peso o más, incluso más preferiblemente aproximadamente del 2 a aproximadamente el 3 % en peso o más con respecto al contenido de proteína total.

15 El material seco y molido está generalmente en forma de partículas de las cuales más de aproximadamente el 99 % en peso son más pequeñas de unos pocos mm, como por ejemplo, más pequeñas de aproximadamente 2 mm. En general, más de aproximadamente el 95 % en peso es más grandes de aproximadamente 8 μm , para tener un polvo de flujo libre que se pueda manipular y procesar fácilmente, por ejemplo, en alimentos para mascotas y piensos para animales formulados.

20

En una realización preferida, el tamaño de partícula promedio (definido como d50; el 50 % de la fracción de volumen de las partículas es más grande, y el 50 % es más pequeño), medido por difracción láser en un analizador de tamaño de partícula Beckman Coulter utilizando un software estándar, está entre aproximadamente 20 μm y aproximadamente 0,7 mm, preferiblemente entre aproximadamente 20 μm y aproximadamente 500 μm , más

25 preferiblemente entre aproximadamente 50 μm y aproximadamente 300 μm . Por ejemplo, el tamaño de partícula promedio es de aproximadamente 75 o aproximadamente 150 μm .

El d90 está preferiblemente por debajo de aproximadamente 1 mm, más preferiblemente por debajo de aproximadamente 0,7 mm. El d10 preferiblemente está por encima de aproximadamente 10 μm , y más

30

Los tamaños descritos anteriormente son altamente ventajosos. Las plumas hidrolizadas secadas en un secador de discos convencional tienen a la salida del secador una distribución de tamaño de partícula gruesa y heterogénea con tamaños de partículas en promedio por encima de 2 mm y, con bastante frecuencia, por encima de 5 mm, lo que

35

requiere equipos adicionales de molienda y tamizado y, por lo tanto, requisitos adicionales de huella, emisiones adicionales de polvo y en general haciendo una configuración del proceso menos atractiva.

La distribución de tamaño de partícula del material queratináceo parcialmente hidrolizado de la presente invención es relativamente homogénea. Por ejemplo, el d90 dividido por el d10 es aproximadamente 20 o menos,

40

preferiblemente aproximadamente 15 o menos, mientras que el d90 es aproximadamente 1 mm o menos. En una realización preferida de la invención, el material en polvo queratináceo tiene una densidad vertida de aproximadamente 0,2 g/cm³ o superior, más preferiblemente de aproximadamente 0,25 g/cm³ o superior, incluso

45

más preferiblemente de aproximadamente 0,3 g/cm³ o superior. En general, la densidad vertida será de aproximadamente 0,6 g/cm³ o inferior, como por ejemplo, de aproximadamente 0,55 g/cm³ o inferior. En una realización preferida adicional de la invención, el material en polvo queratináceo tiene una densidad aparente compactada de aproximadamente 0,35 g/cm³ o superior, más preferiblemente de aproximadamente 0,4 g/cm³ o superior, incluso más preferiblemente de aproximadamente 0,45 g/cm³ o superior. En general, la densidad

50

compactada será de aproximadamente 0,7 g/cm³ o inferior, como por ejemplo, 0,65 g/cm³ o inferior. Antes o después del secado, pueden añadirse algunos aminoácidos al material queratináceo parcialmente hidrolizado. En particular, puede ser útil añadir uno o más de metionina, lisina y triptófano, o proteínas digeribles que contienen estos aminoácidos en cantidades relativamente grandes, ya que la cantidad de estos aminoácidos es

55

relativamente baja en el material queratináceo. El material queratináceo seco altamente digerible se puede envasar en bolsas pequeñas, bolsas grandes u otros recipientes a granel. El material queratináceo se puede envasar y enviar en cualquier tipo de recipiente a granel, bolsa grande u otro recipiente.

El material queratináceo digerible, tal como harina de plumas, se puede usar como alimento, como suplementos alimenticios, tal como en alimentos para mascotas y/o en alimentos para acuicultura. El material se puede usar en forma de polvo o se puede convertir en unidades de dosificación más grandes en forma de gránulos, escamas y similares, utilizando técnicas de procesamiento convencionales. La harina de plumas se puede usar como vehículo de otros ingredientes, y/o se puede usar como extensor.

Cuando se usa en la preparación de un pienso, el material queratináceo producido de acuerdo con la presente invención se puede usar junto con uno o más de: un vehículo o extensor nutricionalmente aceptable, un diluyente nutricionalmente aceptable, un excipiente nutricionalmente aceptable, un adyuvante nutricionalmente aceptable o un ingrediente nutricionalmente activo. El material queratináceo puede ser por sí mismo un vehículo o un extensor para otros ingredientes funcionales, tales como agentes saporíferos, agentes de palatabilidad y agentes atrayentes.

El proceso de la presente invención se puede aplicar fácilmente en plantas convencionales de harina de plumas, debido a que el molino de turbulencia de aire con el clasificador opcional, el ciclón y el suministro de aire ocupan mucho menos espacio que un secador de discos convencional con equipo auxiliar. Por lo tanto, la presente invención también se refiere a un método para modernizar una planta de harina de plumas mediante la sustitución del equipo de secado convencional con un molino de turbulencia de aire y un ciclón con un equipo auxiliar.

20 MÉTODOS DE MEDICIÓN

Los siguientes métodos se usaron en los ejemplos, y son adecuados como métodos para medir los parámetros indicados en la descripción y las reivindicaciones:

Porcentaje de peso (% en peso) de humedad: el material húmedo queratináceo se seca durante una noche en una estufa de vacío a presión reducida y con un secante. El material se pesa antes y después de la etapa de secado, y la cantidad de humedad se calcula utilizando el peso medido inicial en un 100 % mientras se asume que todo el material volátil es agua.

La solubilidad del material queratináceo se determina disolviendo 1 gramo de material queratináceo en 5 ml de agua a 20 °C. La transparencia del líquido está determinada por el ojo humano. La harina de plumas es en gran parte insoluble en agua. Generalmente, más del 50 % en peso de la harina de plumas es insoluble, y más generalmente, más del 90 % es insoluble.

En un ensayo cuantitativo, la solubilidad del material queratináceo se puede realizar de la siguiente manera: se mezclan 100 g de harina de plumas en 1000 ml de agua y la mezcla se agita durante 15 minutos a 20 °C. La mezcla se filtra sobre un filtro de 350 µm bajo presión. El filtrado y los sólidos en el filtro se secan y se mide su peso. En este análisis, se corregirá el contenido de humedad de los materiales, es decir, el contenido de humedad de la harina de plumas también debe medirse. Además, se debe corregir la cantidad de material soluble que permanece en los sólidos húmedos que se filtran.

La digestibilidad de la pepsina se mide de acuerdo con la norma ISO 6655 (agosto de 1997) utilizando según dicha norma mencionada, una concentración de pepsina del 0,02 % en ácido clorhídrico.

La digestibilidad ileal (también denominada digestibilidad de Boisen) se mide de acuerdo con los métodos descritos por S. Boisen en "Prediction of the apparent ileal digestibility of protein and amino acid in feedstuffs for pigs by in vitro analysis", *Animal Feed Science Technology*, 51, págs. 29-43 (1995) y se describe adicionalmente en "In vitro analysis for determining standardized ileal digestibility of protein and amino acids in actual batches of feedstuffs and diets for pigs"; *Livestock Science*, 309 : págs.182-185 (2007).

El análisis de aminoácidos, lantionina y aminoácidos descarboxilados (como cadaverina, putrescina o histamina) se realiza con métodos estándar de HPLC.

La distribución del tamaño de partícula se ha medido con difracción láser; en un analizador de partículas Beckman Coulter - sistema de polvo seco. Se utilizó software estándar del fabricante. Los resultados se describen como d10, d50, d90, etc., que se refieren a las fracciones de volumen.

La densidad vertida y compactada puede medirse vertiendo una cantidad de harina de plumas en un cilindro de 100 ml (diámetro 2,5 cm) y midiendo la cantidad de harina presente en gramos. La compactación se realiza colocando el vaso de precipitados sobre una superficie vibrante (0,5 mm de vibración vertical; 240 veces por minuto) durante 5

minutos; y midiendo el volumen de la harina de plumas. La densidad vertida se calcula como la cantidad de harina de plumas dividida por 100 (g/cm³). La densidad compactada es la misma cantidad de gramos dividida por el volumen medido.

5 Las mediciones de color se realizan con CIE-Lab, de acuerdo con técnicas estándar. Se usó un medidor de colorimetría con software estándar.

Se pueden realizar modificaciones adicionales, además de las descritas anteriormente, a los materiales y métodos descritos en el presente documento sin apartarse del espíritu y alcance de la invención.

10

Por consiguiente, aunque se han descrito realizaciones específicas, los siguientes son solo ejemplos y no limitan el alcance de la invención.

Ejemplos

15

En un hidrolizador vertical continuo, trabajando a 7 bar y con vapor saturado, se trataron plumas de pollo con un contenido de humedad del 65 % en peso durante 25 minutos. El material queratináceo parcialmente hidrolizado se llevó a presión atmosférica a través de una válvula de bajada, y la masa fibrosa contenía aproximadamente el 55 % de agua, mientras estaba a una temperatura de 95 °C.

20

Las plumas parcialmente hidrolizadas se secaron con dos molinos de turbulencia de aire diferentes. La temperatura de entrada del aire fue aproximadamente la temperatura ambiente para el primer molino de turbulencia de aire, ya que la alimentación se usó directamente del hidrolizador. El primer molino estaba equipado con un clasificador, devolviendo partículas que eran más grandes de aproximadamente 300 µm al molino. La alimentación de producto fue de aproximadamente 200 kg/h, mientras que la cantidad de aire estuvo entre 4000-5000 m³/h. En el segundo conjunto de experimentos, la masa fibrosa se prensó en una prensa de husillo para eliminar el agua y se dejó enfriar a menos de 30 °C. El agua residual en las plumas parcialmente hidrolizadas fue de aproximadamente el 45 % en peso, y la masa fibrosa se usó cuando estaba a aproximadamente la temperatura ambiente como una alimentación para el molino de turbulencia de aire. El segundo molino de turbulencia de aire se hizo funcionar con un gas de entrada (aire) a una temperatura de 120 °C. La cantidad de gas estaba entre aproximadamente 15 y 30 m³/h*kg.

30

Se estimó que el tiempo de residencia promedio del producto era de aproximadamente 2 s en el primer molino, y de aproximadamente 1 s en el segundo molino. Durante el secado y la molienda, el producto no alcanzó temperaturas superiores a aproximadamente 80 °C.

35

La humedad de las partículas después del secado y la molienda fue de aproximadamente el 7 %. La digestibilidad de pepsina *in vitro* (concentración de pepsina del 0,02 % en ácido clorhídrico) de la Materia de Nitrógeno Total fue del 85 % o más, la digestibilidad ileal (Boisen) fue del 92 %. El color era homogéneamente de crema a marrón claro.

40 El polvo obtenido tenía propiedades de tamaño y flujo útiles. La harina de plumas en polvo podría caracterizarse por las siguientes propiedades:

Resultados:

| Molino de turbulencia de aire, técnica anterior y secado convencional | Tamaño de partícula - Analizador de partículas Beckman Coulter de polvo seco (xx % de polvo está por debajo de yy µm)* | | | | | Densidad no compactada (g/cm ³) | Densidad compactada (g/cm ³) |
|---|--|---------|---------|----------|----------|---|--|
| | 10 % | 25% | 50% | 75% | 90% | | |
| Molino n.º 1 | <17 µm | <35 µm | <75 µm | <147 µm | <219 µm | 0,29 | 0,39 |
| Molino n.º 2, ensayo 1 | <52 µm | <106 µm | <192 µm | <332 µm | <521 µm | 0,53 | 0,60 |
| Molino n.º 2, ensayo 7 | <42 µm | <86 µm | <158 µm | <281 µm | <512 µm | 0,46 | 0,55 |
| Molino n.º 2, ensayo 13 | <32 µm | <70 µm | <133 µm | <206 µm | <639 µm | 0,45 | 0,53 |
| Harina de plumas convencional, lote 1 ⁽¹⁾ | <67 µm | <161 µm | <425 µm | <890 µm | <1435 µm | 0,38 | 0,50 |
| Harina de plumas de la técnica anterior, lote 2 | <160 µm | <347 µm | <729 µm | <1253 µm | <1663 µm | 0,36 | 0,46 |

| | | | | | | | |
|--|------------|------------|------------|-------------|-------------|------|------|
| (1)(2) | | | | | | | |
| Harina de plumas de la técnica anterior, lote 3 (1)(2) | <120 µm | <244 µm | <606 µm | <1182 µm | <1634 µm | 0,53 | 0,66 |
| <p>(1) El analizador de tamaño de partícula Beckman Coulter no mide partículas de más de 2 mm. La harina de plumas regular contiene partículas dichas partículas más grandes, pero éstas no se tienen en cuenta en los resultados que se muestran en esta tabla.</p> <p>(2) Harina de plumas producida de acuerdo con el documento WO2015/014860</p> | | | | | | | |

Además, las mediciones de color se realizaron de acuerdo con CIE-Lab (espacio de color L*a*b*) en varios lotes de productos. (L) representa la Luminosidad, siendo negro en L = 0 y blanca en L = 100 (por lo tanto, cuanto más alto es el número (L), más claro es el color): El Molino 1 produjo la harina de plumas con el color más claro. El Molino 2 también proporcionó una harina de plumas de color más claro en comparación con la harina de plumas convencionalmente seca y también en comparación con la harina de plumas producida de acuerdo con el documento WO2015/014860. (a) y (b) representan las dimensiones del color (a = rojo-verde; b = amarillo-azul; siendo a = 0 y b = 0 gris neutro). Los valores (b) altos con este tipo de material indican tonos amarillos. Los valores (a) generalmente son bastante bajos, pero el material de color fuerte tiene un valor (a) mayor de 4. Por lo tanto, se prefiere un valor (a) menor de aproximadamente 4, en combinación con los valores (L) y (b) explicados en otro parte del documento. Más preferiblemente, el valor (a) está por debajo de 3,5. Los resultados se dan en la siguiente tabla:

| Molino de turbulencia de aire, técnica anterior y secado convencional | Medición de color (CIE Lab) | | |
|---|-----------------------------|------|------|
| | L | a | B |
| Molino n.º 1 | 70,8 | 2,99 | 17,5 |
| Molino n.º 2, ensayo 1 | 54,9 | 3,61 | 14,4 |
| Molino n.º 2, ensayo 7 | 56,3 | 3,42 | 14,6 |
| Molino n.º 2, ensayo 13 | 58,3 | 3,18 | 15,3 |
| Harina de plumas convencional, lote 1 | 36,7 | 4,30 | 1,37 |
| Harina de plumas de la técnica anterior, lote 2 ⁽¹⁾ | 37,4 | 2,8 | 5,31 |
| Harina de plumas de la técnica anterior, lote 3 ⁽¹⁾ | 45,3 | 2,35 | 7,97 |
| Harina de plumas convencional, lote 4 | 41,2 | 3,71 | 7,80 |
| ⁽¹⁾ Harina de plumas producida de acuerdo con el documento WO2015/014860 | | | |

A partir de esta tabla, resulta evidente que el color absoluto es mucho más claro para la harina de plumas molida y seca de turbulencia de aire. Además, el tono amarillo (b) es sustancialmente más alto, lo que le da a la harina de plumas un aspecto distinto. El tono verde/rojo (a) es bajo en todos los casos, aunque aumenta ligeramente cuando la harina de plumas es relativamente oscura. Por lo tanto, (L) y (b) son indicativos del color claro cremoso del material queratináceo secado con el molino de turbulencia de aire.

REIVINDICACIONES

1. Método para producir material queratináceo parcialmente hidrolizado, digerible, preferiblemente a partir de plumas, pelo, lana, pezuñas o uñas, que comprende las etapas de (1) hidrolizar el material queratináceo en presencia de agua, en un hidrolizador con calor y a una presión entre bar y 15 bar, y (2) al mismo tiempo secar y moler el material queratináceo parcialmente hidrolizado resultante en un molino de turbulencia de aire a aproximadamente la presión atmosférica, en el que el tiempo de residencia en el molino de turbulencia de aire es inferior a 10 s, de tal forma que el descenso en la digestibilidad de la pepsina y/o ileal es inferior al 10 %, y/o la digestibilidad de la pepsina e ileal siguen siendo superiores al 75 % y al 80 % respectivamente, en el que el material queratináceo resultante comprende material al menos parcialmente insoluble, y en el que el tamaño de partícula promedio del producto seco que sale del molino de turbulencia de aire medido como d50 en fracción de volumen, según se mide con difracción láser usando un analizador de tamaño de partículas de polvo seco Beckman Coulter, está entre 20 μm y 0,7 mm y el d90 está por debajo de 1 mm.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que simultáneamente el secado y la molienda del material queratináceo parcialmente hidrolizado resultante que comprende un material al menos parcialmente insoluble en un molino de turbulencia de aire se realizan a una temperatura de tal forma que el material queratináceo permanece a una temperatura inferior a 90 °C, preferiblemente por debajo de 80 °C.
- 20 3. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el molino de turbulencia de aire comprende una cámara con entradas y salidas apropiadas para el producto y una o más corrientes de gas en las que un elemento giratorio está montado con pilas de dispositivos de impacto cuyo elemento giratorio puede girar a alta velocidad, y en el que preferiblemente las paredes internas del estator están revestidas con elementos de impacto.
- 25 4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el molino de turbulencia de aire comprende un clasificador.
5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el molino de turbulencia de aire funciona con un flujo de gas, preferiblemente aire con opcionalmente un contenido de oxígeno reducido, a una temperatura entre 20 °C y 500 °C, preferiblemente entre 20 y 450 °C.
- 30 6. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el flujo de gas, preferiblemente aire, está entre 15 y 40 m³/h por kg de alimentación, y cuyo flujo puede ajustarse para influir en el tamaño de partícula del material queratináceo seco.
- 35 7. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material queratináceo seco tiene un color claro cremoso homogéneo según se mide usando el espacio de color CIE L*a* b, en el que el valor (L) del material queratináceo es 50 o más alto, preferiblemente 54 o más alto, y más preferiblemente 60 o más alto, y/o en el que el valor (b) es 10 o más alto, preferiblemente 12 o más alto, y más preferiblemente 14 o más alto.
- 40 8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material queratináceo digerible seco y molido tiene un tamaño de partícula promedio d50 de entre 20 μm y 0,5 mm medido por difracción láser usando un analizador de tamaño de partícula Beckman Coulter de polvo seco, preferiblemente de entre 50 μm y 300 μm .
- 45 9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material queratináceo digerible seco y molido tiene un tamaño de partícula d90 inferior a 0,7 mm medido por difracción láser usando un analizador de tamaño de partícula Beckman Coulter de polvo seco, y/o en el que el material queratináceo digerible seco y molido tiene un tamaño de partícula d10 superior a 10 μm , preferiblemente superior a 15 μm , según se mide por difracción láser usando un analizador de tamaño de partícula Beckman Coulter de polvo seco.
- 50 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material queratináceo digerible seco y molido tiene un d90 dividida por d10 de 20 o menos, preferiblemente de 15 o menos.
- 55 11. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material queratináceo digerible seco y molido que sale del secador y el triturador tiene una densidad vertida de 0,2 g/cm³ o superior, preferiblemente de 0,25 g/cm³ o superior.

12. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material queratináceo digerible seco y molido según sale del secador y el triturador tiene una densidad aparente compactada de $0,35 \text{ g/cm}^3$ o más, preferiblemente de $0,4 \text{ g/cm}^3$ o más, incluso más preferiblemente de $0,45 \text{ g/cm}^3$ o más.
- 5
13. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sangre se alimenta al molino de turbulencia de aire junto con el material queratináceo parcialmente hidrolizado, en el que la cantidad de sangre y material queratináceo está entre el 10-50 % en peso de sangre y el 50-90 % de material queratináceo.
- 10
14. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material queratináceo resultante con o sin sangre tiene una digestibilidad de pepsina y/o ileal superior al 80 % y al 90 % respectivamente, más preferiblemente superior al 82 % y al 92 % respectivamente.
- 15
15. Uso del material queratináceo hidrolizado y parcialmente insoluble que se puede obtener mediante un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores como alimento y/o aditivo alimentario, como en alimentación para animales de compañía o alimento para acuicultura, o en cosméticos, como vehículo y/o extensor para alimento para animales de compañía y agentes de palatabilidad para alimentos.