DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato de pasteurización y deshidratación de la marihuana

Campo de la invención

La invención pertenece a los procedimientos y aparatos para la preparación de la marihuana (cannabis) para uso humano.

Antecedentes de la invención

Tanto la pasteurización como la deshidratación son etapas necesarias en la preparación de la marihuana para uso humano, ya sea para uso medicinal o, donde sea legal, uso recreativo. La deshidratación debe conservar suficientes terpenos y los ingredientes químicos psicoactivos, incluyendo THC (tetrahidrocannabinol) y otros cannabinoides. La pasteurización debe destruir los microorganismos potencialmente patógenos que pueden estar presentes en el material vegetal de marihuana. Debido a que la marihuana a menudo se consume fumándola, los microorganismos patógenos pueden trasladarse a los pulmones y causar neumonía u otras enfermedades. La pasteurización es especialmente crítica en las aplicaciones médicas debido a que los pacientes a los que se les prescribe marihuana a menudo están inmunocomprometidos y, por lo tanto, son especialmente vulnerables a las infecciones.

La práctica actual en la industria consiste en secar el material vegetal de marihuana por secado al aire a temperatura ambiente, lo que normalmente requiere de cinco a seis días. La descontaminación se realiza por medio de radiación ionizante, que es la única técnica de pasteurización actualmente disponible en la industria. Se lleva a cabo usando un equipo altamente especializado, típicamente en una instalación separada de la instalación de secado, lo que la vuelve una operación costosa y problemática para la industria de la marihuana. También es un procedimiento controvertido para algunos pacientes y consumidores debido a que la radiación ionizante se considera un procedimiento no deseado por parte de algunos consumidores, especialmente en algunos países europeos tal como Alemania. Por otra parte, el costo de producción se incrementa por la seguridad requerida en ambas instalaciones y durante el transporte entre una y otra.

Sumario de la invención

La invención proporciona un procedimiento de pasteurización y secado de los materiales vegetales de marihuana en el que la pasteurización y secado se llevan a cabo en una sola instalación, incluso en un solo aparato, sin el uso de radiación ionizante y con un secado rápido, produciendo un producto de alta calidad. Los inventores de la presente han determinado que la pasteurización y deshidratación del material vegetal de marihuana se pueden realizar usando radiación de microondas a presión reducida en una cámara de vacío, de una manera que pasteuriza eficazmente el material vegetal, y lo seca, mientras que no reduce significativamente los componentes activos en el material. La pasteurización se realiza a una temperatura y durante un periodo de tiempo que son suficientes para reducir los microorganismos a un nivel aceptablemente bajo. Los altos niveles de terpenos y componentes químicos psicoactivos son retenidos en el material seco.

Un aspecto de la invención proporciona un procedimiento de pasteurización y deshidratación de material vegetal de marihuana, tal como capullos de flores, hojas y tallos, que comprende las etapas de: (a) cargar el material vegetal de marihuana en una cámara de vacío; (b) reducir la presión dentro de la cámara de vacío a una primera presión menor que la atmosférica; (c) mantener los materiales vegetales de marihuana en la cámara de vacío a la primera presión durante un primer periodo de tiempo a una temperatura de pasteurización mientras se irradia el material vegetal de marihuana con radiación de microondas ; (d) reducir la presión en la cámara de vacío después de la etapa (c) a una segunda presión menor que la primera presión; (e) mantener el material vegetal de marihuana en la cámara de vacío a la segunda presión durante un segundo periodo de tiempo a una temperatura de deshidratación menor que la temperatura de pasteurización mientras se irradia con radiación de microondas para deshidratarlo; y (f) descargar el material vegetal de marihuana pasteurizado y deshidratado de la cámara de vacío.

Otro aspecto de la invención proporciona un procedimiento de rendimiento continuo de pasteurización y deshidratación de material vegetal de marihuana, que comprende las etapas de: (a) reducir la presión dentro de una primera cámara de vacío a una primera presión menor que la atmosférica; (b) cargar el material vegetal de marihuana en la primera cámara de vacío; (c) mantener el material vegetal de marihuana en la primera cámara de vacío a la primera presión durante un primer periodo de tiempo a una temperatura de pasteurización mientras se irradia con radiación de microondas; (d) descargar el material vegetal de marihuana pasteurizado de la primera cámara de vacío; (e) reducir la presión en una segunda cámara de vacío a una segunda presión menor que la primera presión; (f) cargar el material vegetal de marihuana pasteurizado en la segunda cámara de vacío; (g) mantener el material vegetal de marihuana pasteurizado en la segunda cámara de vacío a la segunda presión durante un segundo periodo de tiempo a una temperatura de deshidratación menor que la temperatura de pasteurización mientras se irradia con radiación de microondas para deshidratarlo; y (h) descargar el material vegetal de marihuana pasteurizado y deshidratado de la segunda cámara de vacío.

En algunas realizaciones, la etapa de deshidratación precede la pasteurización.

Un aspecto de la invención proporciona un procedimiento de deshidratación y pasteurización de material vegetal de marihuana, que comprende las etapas de: (a) cargar el material vegetal de marihuana en una cámara de vacío; (b) reducir la presión dentro de la cámara de vacío a una primera presión menor que la atmosférica; (c) mantener los materiales vegetales de marihuana en la cámara de vacío a la primera presión durante un primer periodo de tiempo a una temperatura de deshidratación mientras se irradia con radiación de microondas para deshidratarlo; (d) aumentar la presión en la cámara de vacío después de la etapa (c) a una segunda presión mayor que la primera presión; (e) mantener el material vegetal de marihuana en la cámara de vacío a la segunda presión durante un segundo periodo de tiempo a una temperatura de pasteurización más alta que la temperatura de deshidratación mientras se irradia con radiación de microondas; y (f) descargar el material vegetal de marihuana deshidratado y pasteurizado de la cámara de vacío.

Aún otro aspecto de la invención proporciona un procedimiento de deshidratación y pasteurización de material vegetal de marihuana, que comprende las etapas de: (a) reducir la presión dentro de una primera cámara de vacío a una primera presión menor que la atmosférica; (b) cargar el material vegetal de marihuana en la primera cámara de vacío; (c) mantener el material vegetal de marihuana en la primera cámara de vacío a la primera presión durante un primer periodo de tiempo a una temperatura de deshidratación mientras se irradia el material vegetal de marihuana con radiación de microondas; (d) descargar el material vegetal de marihuana deshidratado de la primera cámara de vacío; (e) reducir la presión en una segunda cámara de vacío a una segunda presión mayor que la primera presión; (f) cargar el material vegetal de marihuana deshidratado en la segunda cámara de vacío; (g) mantener el material vegetal de marihuana deshidratado en la segunda cámara de vacío a la segunda presión durante un segundo periodo de tiempo a una temperatura de pasteurización más alta que la temperatura de deshidratación, mientras se irradia el material vegetal de marihuana deshidratado con radiación de microondas; y (h) descargar el material vegetal de marihuana deshidratado y pasteurizado de la segunda cámara de vacío.

Un aspecto adicional de la invención proporciona un aparato para pasteurización y secado de un material orgánico, tal como material vegetal de marihuana, que comprende: (a) una primera unidad de microondas-vacío, que comprende: (i) una primera cámara de vacío que tiene un extremo de entrada para la introducción del material orgánico y un extremo de salida para el retiro del material orgánico, (ii) un primer transportador para transportar el material orgánico desde el extremo de entrada al extremo de salida, (iii) una primera fuente de microondas dispuesta para irradiar energía de microondas en la primera cámara de vacío, y (iv) una primera fuente de vacío para reducir la presión dentro de la primera cámara de vacío a una primera presión menor que la atmosférica, (b) una segunda unidad de microondas-vacío corriente abajo de la primera unidad de microondas-vacío, que comprende: (i) una segunda cámara de vacío que tiene un extremo de entrada para la introducción del material orgánico y un extremo de salida para el retiro del material orgánico, (ii) un segundo transportador para transportar el material orgánico desde el extremo de entrada al extremo de salida, (iii) una segunda fuente de microondas dispuesta para irradiar la energía de microondas en la segunda cámara de vacío, y (iv) una segunda fuente de vacío para reducir la presión dentro de la segunda cámara de vacío a una segunda presión diferente de la primera presión; y (c) un transportador para transferir el material orgánico desde el extremo de salida de la primera cámara de vacío al extremo de entrada de la segunda cámara de vacío.

Se describen a continuación aspectos adicionales de la invención y características de realizaciones específicas de la invención.

Breve descripción del dibujo

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato de pasteurización y secado de acuerdo con una realización de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

El procedimiento de la invención pasteuriza y seca el material vegetal de marihuana usando una cámara de vacío de microondas. El material vegetal comprende partes de la planta que contienen terpenos y componentes psicoactivos, e incluye capullos de flores de marihuana, hojas y tallos. El procedimiento es útil y eficaz para todo tipo de material vegetal de marihuana.

Los aparatos para la aplicación de radiación de microondas a los materiales orgánicos en una cámara de vacío son conocidos, y convencionalmente se han utilizado en las industrias del procesamiento de alimentos y la farmacéutica. Estos se desvelan, por ejemplo, en el documento WO 2009/049409 (Durance *et al*.), documento WO 2011/085467 (Fu *et al*.), documento WO 2013/010257 (Fu *et al*.), y documento WO 2014/085897 (Durance *et al*.).

En la presente invención, el material vegetal de marihuana se coloca en la cámara de vacío y se aplica vacío para reducir la presión por debajo de la atmosférica. La presión reducida se selecciona de manera tal que el punto de ebullición del agua a dicha presión esté a una temperatura que los inventores de la presente han determinado que es suficiente para pasteurizar el material vegetal de marihuana, es decir, reducir el número de microorganismos a un nivel aceptablemente bajo, sin ser significativamente destructivos para los terpenos y compuestos psicoactivos en el material vegetal. Por ejemplo, el contenido de THC puede ser reducido por no más que 5% y el contenido de terpeno por no más que 35%. La presión de la pasteurización es en consecuencia en el intervalo de 20.0 a 53.3 k Pa,

alternativamente 24.0 a 40.0 k Pa, dando como resultado una temperatura de pasteurización en el intervalo de 60 a 95°C, alternativamente 62 a 88°C, alternativamente de 70 a 80°C, alternativamente 65 a 80°C. “Temperatura de pasteurización” significa la temperatura del material vegetal durante la etapa de pasteurización. Se aplica radiación de microondas al material vegetal durante la etapa de pasteurización, y durante la etapa de secado posterior, para calentar el material vegetal y evaporar el agua. La etapa de pasteurización se lleva a cabo durante un periodo de tiempo en el intervalo de 3 a 12 minutos, alternativamente de 3 a 10 minutos, alternativamente de 7 a 10 minutos. Los inventores de la presente han determinado que estos tiempos y temperaturas de pasteurización son suficientes para producir material vegetal de marihuana que cumple con las normas reglamentarias microbianas, por ejemplo, un recuento en placa total ≤ 50.000 ufc/g, levadura y moho total ≤ 500 ufc/g, y bacterias gram negativas tolerantes a la bilis (BTGN) <100 ufc/g.

Inmediatamente después de la etapa de pasteurización, la presión en la cámara de vacío se reduce desde la presión de pasteurización a una presión correspondiente a una temperatura de secado que es menor que la temperatura de pasteurización y es suficiente para lograr un secado del material vegetal dentro de un periodo de tiempo seleccionado. Por ejemplo, la presión de secado puede estar en el intervalo de 1.33 a 8.0 k Pa, alternativamente de3.33 a 5.33 k Pa , alternativamente de 3.33 a 4.7 k Pa. La temperatura de secado puede estar en el intervalo de 40 a 60°C. “Temperatura de secado” significa la temperatura del material vegetal durante la etapa de secado. A 5.33 k Pa, el punto de ebullición es de 35°C, aunque la temperatura real del producto se vuelve ligeramente más alta debido a la presencia de solutos en el agua que se concentran a medida que el agua se evapora. La etapa de secado se lleva a cabo a esta presión reducida y con radiación de microondas calentando el material, durante un periodo de tiempo suficiente para reducir el contenido de agua del material a un nivel deseado. Por ejemplo, el tiempo de secado puede estar en el intervalo de 20 a 30 minutos, alternativamente 22 a 27 minutos, alternativamente 15 a 25 minutos, y el nivel de humedad final puede estar en el intervalo de 8 a 14% en peso. El término “tiempo de secado” como se usa en la presente memoria no incluye el periodo de tiempo de la etapa de pasteurización.

El material vegetal de marihuana se puede mover dentro de la cámara de vacío durante las etapas de pasteurización y secado, por ejemplo, por medio de una cesta giratoria, un estante de bandeja giratoria, bandejas transportadas a través de la cámara de vacío, o una cinta transportadora. Esto proporciona una exposición más uniforme del material de planta al campo de las microondas dentro de la cámara. El material vegetal de marihuana puede estar opcionalmente revestido por un revestimiento perforado transparente a las microondas durante la etapa de pasteurización y/o la etapa de secado; este conserva el vapor lo suficientemente para asegurar una temperatura uniforme de la marihuana durante la etapa de pasteurización, pero permite que el vapor se escape durante la etapa de secado.

En el procedimiento como se describe anteriormente, la etapa de pasteurización se lleva a cabo antes de la etapa de deshidratación. Se prefiere este orden, dado que la población microbiana se reduce de manera más eficaz en el material vegetal que está relativamente húmedo. Sin embargo, es posible llevar a cabo el procedimiento con la etapa de deshidratación antes de la etapa de pasteurización. Como se muestra en el Ejemplo 2 a continuación, en el que usa este orden inverso de las etapas, la cantidad de reducción del Recuento en Placa Total y del recuento final de levadura y moho fue menor que aquel en el que el orden era pasteurización seguido por deshidratación, como en los Ejemplos 1 y 3 a 6.

De acuerdo con una realización del procedimiento en el que la deshidratación se lleva a cabo antes de la pasteurización, el material vegetal de marihuana se carga en la cámara de vacío y la presión dentro de la cámara de vacío se reduce a una primera presión menor que la atmosférica. El material vegetal de marihuana se mantiene en la cámara de vacío a la primera presión durante un primer periodo de tiempo a una temperatura de deshidratación mientras se irradia el material vegetal de marihuana con radiación de microondas para deshidratarlo. Después, la presión en la cámara de vacío se aumenta a una segunda presión más alta que la primera presión. El material vegetal de marihuana se mantiene en la cámara de vacío a la segunda presión durante un segundo periodo de tiempo a una temperatura de pasteurización más alta que la temperatura de deshidratación mientras se irradia el material vegetal de marihuana con radiación de microondas. Finalmente, el material vegetal de marihuana deshidratado y pasteurizado se descarga de la cámara de vacío. Las presiones, temperaturas y tiempos para las etapas de deshidratación y pasteurización son iguales a los descritos anteriormente en relación con el procedimiento en el que la pasteurización se lleva a cabo antes de la deshidratación.

Los procedimientos descritos anteriormente pueden llevarse a cabo en una única cámara de vacío de microondas, en la que el material vegetal se carga en la cámara de vacío a través de un puerto de acceso y se descarga al final del procedimiento, después de la represurización de la cámara a la presión atmosférica, desde el mismo puerto de acceso. Dicho aparato es adecuado para el procesamiento por partidas del material.

De acuerdo con otra realización, el procedimiento de pasteurización y secado se lleva a cabo sobre una base de rendimiento continuo en lugar de una base por partidas. La Figura 1 ilustra esquemáticamente un aparato de pasteurización y secado **20** que se puede utilizar para el procedimiento de rendimiento continuo. La misma forma de aparato puede usarse tanto para el procedimiento en el que la pasteurización precede la deshidratación como para el procedimiento en el que la deshidratación precede la pasteurización. El aparato **20** comprende dos unidades de vacío de microondas, a saber, una primera unidad **22** y una segunda unidad, de corriente abajo, **24**. La primera unidad de microondas-vacío **22** comprende una primera cámara de vacío **26** que tiene un extremo de entrada **28** para la

introducción del material y un extremo de salida **30** para el retiro del material. Un primer transportador **32** transporta el material desde el extremo de entrada al extremo de salida de la primera cámara de vacío. Una primera fuente de microondas **34** está dispuesta para irradiar la energía de microondas en la primera cámara de vacío. Una primera fuente de vacío **36** está conectada operativamente a la primera cámara de vacío para reducir la presión en su interior a una primera presión menor que la atmosférica. La segunda unidad de microondas-vacío **24** está dispuesta corriente abajo de la primera unidad de microondas-vacío. Esta comprende una segunda cámara de vacío **38** que tiene un extremo de entrada **40** para la introducción del material y un extremo de salida **42** para el retiro del material. Un segundo transportador **44** transporta el material desde el extremo de entrada al extremo de salida de la segunda cámara de vacío. Una segunda fuente de microondas **46** está dispuesta para irradiar la energía de microondas en la segunda cámara de vacío. Una segunda fuente de vacío **48** está conectada operativamente a la segunda cámara de vacío para reducir la presión en su interior a una segunda presión diferente de la primera presión. El aparato **20** tiene un transportador **50** para transferir el material orgánico desde el extremo de salida de la primera cámara de vacío al extremo de entrada de la segunda cámara de vacío. El transportador **50** puede estar a presión atmosférica, de manera tal que el producto sea liberado a la atmósfera después del tratamiento en la primera unidad **22**. Opcionalmente, el transportador **50** puede incluir un bloqueo de vacío de manera tal que el producto pasteurizado se mantenga a presión reducida entre las etapas de pasteurización y secado. Opcionalmente, los transportadores **32**, **44** pueden incluir medios para rotar o hacer girar el material vegetal. Opcionalmente, el aparato puede incluir un revestimiento perforado transparente a las microondas para revestir el material vegetal. Cuando el aparato **20** se usa para llevar a cabo el procedimiento en el que la pasteurización precede la deshidratación, la primera unidad **22** es la unidad de pasteurización, y la segunda unidad, de corriente abajo, **24** es la unidad de secado. Cuando el aparato **20** se usa para llevar a cabo el procedimiento en el que la deshidratación precede la pasteurización, la primera unidad **22** es la unidad de secado, y la segunda unidad, de corriente abajo, **24** es la unidad de pasteurización.

El aparato **20** incluye componentes convencionalmente requeridos para los deshidratadores de vacío de microondas, incluyendo condensadores, unidades de refrigeración, bombas de vacío, cargas de agua, esclusas de aire y un controlador lógico programable (PLC) para controlar la operación del sistema, incluyendo el control de los motores de accionamiento del transportador, los generadores de microondas, las bombas de vacío y las bombas de refrigerante.

El procedimiento de rendimiento continuo, en el que la pasteurización precede la deshidratación, se lleva a cabo usando el aparato **20** de la siguiente manera. La presión dentro de la primera cámara de vacío **26** se reduce a una primera presión menor que la atmosférica y el material vegetal de marihuana se carga en la primera cámara de vacío. Opcionalmente, el material vegetal puede estar revestido por un revestimiento perforado transparente a las microondas. El material vegetal de marihuana se mantiene en la primera cámara de vacío **26** a la primera presión durante un primer periodo de tiempo a una temperatura de pasteurización mientras se irradia el material vegetal de marihuana con radiación de microondas a medida que es movido por el transportador **32**. Después, el material vegetal de marihuana pasteurizado se descarga de la primera cámara de vacío por medio del transportador **50**. Se alimenta a la segunda cámara de vacío **38**, que tiene una segunda presión menor que la primera presión. El material vegetal de marihuana pasteurizado en la segunda cámara de vacío se mantiene a la segunda presión durante un segundo periodo de tiempo a una temperatura de deshidratación menor que la temperatura de pasteurización mientras se mueve a través de la segunda cámara de vacío y se irradia con radiación de microondas para deshidratarlo. Finalmente, el material vegetal de marihuana pasteurizado y deshidratado se descarga desde el extremo de salida **42** de la segunda cámara de vacío.

De manera similar, el procedimiento de rendimiento continuo en el que la deshidratación precede la pasteurización se lleva a cabo usando el aparato **20** de la siguiente manera. La presión dentro de la primera cámara de vacío **26** se reduce a una primera presión menor que la atmosférica y el material vegetal de marihuana, opcionalmente revestido, se carga en la primera cámara de vacío. El material vegetal de marihuana se mantiene en la primera cámara de vacío **26** a la primera presión durante un primer periodo de tiempo a una temperatura de secado mientras se irradia el material vegetal de marihuana con radiación de microondas a medida que es movido por el transportador **32**. Después, el material vegetal de marihuana deshidratado se descarga de la primera cámara de vacío por medio del transportador **50**. Se alimenta a la segunda cámara de vacío **38**, que tiene una segunda presión mayor que la primera presión. El material vegetal de marihuana pasteurizado en la segunda cámara de vacío se mantiene a la segunda presión durante un segundo periodo de tiempo a una temperatura de pasteurización más alta que la temperatura de secado mientras se mueve a través de la segunda cámara de vacío y se irradia con radiación de microondas. Finalmente, el material vegetal de marihuana deshidratado y pasteurizado se descarga desde el extremo de salida **42** de la segunda cámara de vacío.

Un ejemplo de un deshidratador de vacío de microondas que es adecuado para su uso como la unidad de pasteurización y como la unidad de secado es un aparato de microondas de tipo de cavidad resonante, como se muestra en el documento WO 2009/049409 (Durance *et al.*), disponible comercialmente de EnWave Corporation of Vancouver, Canada, bajo la marca comercial nutraREV. Por el uso de este tipo de aparato, el material vegetal de marihuana se coloca para el tratamiento en una cesta cilíndrica que es transparente a la radiación de microondas y tiene aberturas para permitir el escape de la humedad. La cesta cargada se coloca en la cámara de vacío con su eje longitudinal orientado horizontalmente. La presión en la cámara se reduce. El generador de microondas es accionado para irradiar microondas en la cámara de vacío y la cesta se hace rotar dentro de la cámara de vacío, alrededor de un eje horizontal, de manera tal de hacer girar lenta y suavemente el material vegetal de marihuana durante el tratamiento.

La rotación de la cesta se puede efectuar, por ejemplo, por medio de rodillos sobre los que se apoya la cesta, o por medio de una jaula giratoria en la que se coloca la cesta.

Otro ejemplo de un deshidratador de vacío de microondas adecuado para su uso como la unidad de pasteurización y como la unidad de secado es un aparato de tipo de desplazamiento de onda, como se muestra en el documento WO 2011/085467 (Durance *et al*.), disponible comercialmente de Enwave Corporation bajo la marca comercial quantaREV. El material vegetal de marihuana se alimenta en la cámara de vacío y se transporta a través de una ventana transparente a las microondas sobre una cinta transportadora mientras es sometido a baja presión y radiación de microondas. Con este tipo de aparato, el material vegetal de marihuana se procesa mientras descansa en una bandeja o la cinta transportadora, y no es sometido a giros.

EJEMPLOS

Ejemplo 1

Una muestra de capullos de flores de marihuana se pasteurizó y después se secó usando un aparato de vacío de microondas del tipo de procesamiento por partidas, que tiene una cesta giratoria transparente a las microondas alrededor de un eje horizontal para hacer girar el material. Una muestra de 0,5 kg con un contenido de humedad inicial de 80 a 84% en peso y a una temperatura de 20°C se cargó en la cesta. La cesta se colocó en la cámara de vacío y se hizo rotar a 10 rpm. La cámara de vacío se evacuó a una presión absoluta de 24.0 k Pa. Se aplicó energía de microondas a 1 kW durante 5 minutos, momento en que la temperatura del capullo de la flor de la marihuana era de 65°C. Después, la presión de la cámara de vacío se redujo a 4.0 k Pa durante 22 minutos, a 1 kW de potencia de microondas. La muestra seca se retiró de la cámara de vacío. Su temperatura fue de 48°C y su contenido de humedad fue de 11% en peso. El producto tenía una buena estructura. Los parámetros de operación y los datos de las pruebas se sintetizan en la Tabla 1, a continuación, para este y los siguientes ejemplos.

Ejemplo 2

Una muestra de capullos de flores de marihuana primero se secó y después se pasteurizó, usando un aparato de vacío de microondas con cesta giratoria, del tipo descrito en el Ejemplo 1. Una muestra de 0,5 kg con un contenido de humedad inicial de 80-84% en peso y a una temperatura de 20°C se cargó en la cesta. La cesta se colocó en la cámara de vacío y se hizo rotar a 10 rpm. La cámara de vacío se evacuó a una presión absoluta de 4.0 k Pa . Se aplicó energía de microondas a 1 kW durante 22 minutos. Después, la presión de la cámara de vacío se aumentó a 24.0 k Pa durante otros 5 minutos a 1 kW de potencia. La muestra seca se retiró de la cámara de vacío. Su temperatura era de 54°C y su contenido de humedad era de 12% en peso. Los parámetros de operación y los datos de las pruebas se exponen en la Tabla 1. La reducción de TPC y la levadura y moho final fue menor que en el Ejemplo 1.

Ejemplo 3

Una muestra de 0,5 kg de capullos de flores de marihuana primero se pasteurizó y después se secó usando un aparato de vacío de microondas con cesta giratoria, del tipo descrito en el Ejemplo 1. Los parámetros de operación y datos de las pruebas se exponen en la Tabla 1. El producto terminado tenía una estructura comprimida.

Ejemplo 4

Una muestra de 4 kg de capullos de flores de marihuana primero se pasteurizó y después se secó usando un aparato de vacío de microondas con cesta giratoria, del tipo descrito en el Ejemplo 1. Los parámetros de operación y datos de las pruebas se exponen en la Tabla 1. El producto terminado tenía una estructura satisfactoria.

Ejemplo 5

Una muestra de 4 kg de capullos de flores de marihuana primero se pasteurizó y después se secó, usando un aparato de vacío de microondas con un bastidor giratorio que sostiene ocho bandejas. No se colocaron revestimientos sobre las bandejas. La rotación del bastidor desplazó las bandejas (que se mantuvieron horizontales) alrededor del interior de la cámara de vacío durante el procedimiento de pasteurización y secado. Una muestra de 4 kg que tiene un contenido de humedad inicial de 80-84% en peso y a una temperatura de 20°C se cargó en las bandejas, a 0,5 kg por bandeja. Las dimensiones de la bandeja eran de 21,9 cm x 68 cm x 5,6 cm (LxAnxA). Los parámetros de operación y datos de las pruebas se exponen en la Tabla 1. El producto final tenía una estructura satisfactoria.

Ejemplo 6

Una muestra de 4 kg de capullos de flores de marihuana primero se pasteurizó y después se secó, usando un aparato de vacío de microondas con bandejas, del tipo descrito en el Ejemplo 5. Los parámetros de operación y datos de las pruebas se exponen en la Tabla 1. Las bandejas se revistieron con revestimientos plásticos transparentes a las microondas, lo suficientemente perforados para permitir que escape el vapor durante la etapa de deshidratación, pero lo suficientemente cerrados para retener el vapor suficiente para asegurar una temperatura uniforme de la marihuana durante la etapa de pasteurización. Los orificios eran de aproximadamente 1,27 cm de diámetro y estaban situados cada 5,08 cm a través del ancho de la bandeja, así como a lo largo de la longitud de la bandeja. El área de superficie

de los orificios era de aproximadamente 41,9 cm^2. El bastidor de la bandeja se colocó en la cámara de vacío y se hizo rotar a 10 rpm. La cámara de vacío se evacuó a una presión absoluta de 40.0 k Pa . Se aplicó energía de microondas a 5 kW durante 10 minutos, momento en que la temperatura del producto era de 75°C. Después, la presión de la cámara de vacío se redujo a 4.0 k Pa durante otros 27 minutos, a 5 kW de potencia de microondas. La muestra seca se retiró de la cámara de vacío. Su temperatura era de 41°C y su contenido de humedad era de 8% en peso. La adición de revestimientos de plástico resultó en una reducción mayor en el Recuento en Placa Total al que se observó en el Ejemplo 5 sin revestimientos de plástico. El producto final tenía una estructura excelente.

Tabla 1

	Ejemplo 1	**Ejemplo 2**	**Ejemplo 3**	**Ejemplo 4**	**Ejemplo 5**	**Ejemplo 6**
Potencia de microondas (kW)	1	1	1	5	5	5
Velocidad de rotación (rpm)	10	10	10	10	10	10
Presión de pasteurización (mbar) (k Pa)	24	24	40	40	40	40
Tiempo de pasteurización (min)	5	5	3	10	10	10
Temperatura máxima de pasteurización (°C)	65	65	75	75	75	75
Presión de secado (k Pa)	4	4	4	4	4	4
Tiempo de secado (min)	22	22	22	27	27	27
Temperatura máxima de secado (°C)	48	54	55	60	45	41
Humedad inicial (% en peso)	80-84	80-84	80-84	80-84	80-84	80-84
Humedad final (% en peso)	11	12	8	14	8	8
TPC inicial [1] (ufc/g)	10.000 a 100.000	10.000 a 100.000	10.000 a 100.000	10.000 a 100.000	10.000 a 100.000	1.000.000
TPC final [1] (ufc/g)	270	730	<10	<10	<270	$1,67 \times 10^3$
Levadura y moho final (ufc/g)	370	690	20	<10	<320	N/A
BTGN final [2] (ufc/g)	N/A	N/A	N/A	<10	10 a <100	10 a <100[5]
Contenido de terpeno final (% en peso) [3]	1,29	1,47	1,28	N/A	N/A	N/A
Retención de THC (%) [4]	100	100	100	100	100	100

1. Recuento en placa total.
2. Bacterias gram negativas tolerantes a la bilis.
3. El contenido de terpeno original era de 1,5 a 2% en peso.
4. Porcentaje de tetrahidrocannabinol inicial que se retiene en los capullos de flores de marihuana deshidratados.
5. El recuento inicial era mayor que 10^4.

Como será evidente para los expertos en la técnica a la luz de la divulgación anterior, numerosas alteraciones y modificaciones en la práctica de esta invención son posibles sin apartarse del ámbito de la misma. Por consiguiente, el ámbito de la invención ha de interpretarse de acuerdo con las siguientes reivindicaciones.