

Dispositivo secador por película mediante transferencia de calor por radiación y conducción a partir de agua con presión al vacío

1. Descripción

1.1 Sector Tecnológico

La presente invención corresponde al sector de la Física y la Mecánica, ya que corresponde con un dispositivo para secar y deshidratar sólidos por aplicación de tratamientos físicos y mecánicos.

La presente invención se relaciona también con el sector de Alimentos, específicamente con el desarrollo de equipos para la deshidratación de sólidos para remover el líquido de éstos, al tiempo que se conserven sus propiedades organolépticas.

1.2 Estado del Arte Previo

Actualmente, la tercera parte del total de alimentos que se producen en un año para el consumo humano, equivalente a 1.300 millones de toneladas, se pierde o se desperdicia. Debido a esto, varios grupos de investigación han desarrollado máquinas que buscan disminuir los factores que inciden en esta situación. Específicamente, factores como el deterioro de alimentos por su contenido de agua o líquidos.

La cantidad de agua o líquidos en un alimento o sólido inciden directamente en su humedad, lo que hace que estos sea un medio ideal para que diferentes tipos de microorganismos y originen el deterioro. Para resolver este problema,

se han creado diferentes máquinas las cuales, por medio de la deshidratación buscan aumentar la duración de los sólidos y alimentos. Una de estas máquinas que ya está en el mercado conocida como la BODA microondas corresponde con un equipo que se utiliza para la deshidratación de alimentos como frutas, vegetales, carnes, granos, además de flores y otros, y adopta la tecnología de infrarrojos para el secado. Este producto se diseña a la medida según las necesidades del cliente de la industria, desde pequeña a gran escala, y comprende una estructura compacta y fácil de mover. Adicional, cuenta con bandejas de alta eficiencia de secado y uniforme, es de apariencia nueva para facilidad de limpieza, y contiene un control para automatización conectado a un PLC para guardar los datos de la producción.

Otros dispositivos como el producto "*Microwave vacuum dryer for fruit and vegetable*" el cual está disponible en el mercado se han convertido en una excelente opción por ser un microondas secador de vacío que, por medio de radiación infrarroja, generan un secado más homogéneo de alimentos como frutas y hortalizas. Este dispositivo logra obtener un ahorro de energía entre el 30-60%, y funciona a una velocidad 50% mayor. Adicional, es de escala industrial, comprende un sistema continuo de secado, pero, no cuenta con un control de velocidad que regule el caudal del agua caliente ni con otro dispositivo que genere presión negativa dentro de la cámara del vacío.

Por otra parte, la solicitud de patente CN 102657370 A, titulada "*Cold-air dryer for preserved fruits*" divulga un secador de aire frío para conservas de frutas, lo cual permite el aumento de la duración de estos alimentos. Este equipo de secado incluye un secador de calefacción, un secador de congelación, un secador de vacío, un secador de infrarrojos y similares; este proceso de secado se da por calentamiento o congelación.

Todas estas máquinas de deshidratación de sólidos tienen aplicaciones principalmente en alimentos y específicamente en frutas. El estudio titulado

“Study of banana dehydration using sequential infrared radiation heating and freeze-drying” difunde un método y dispositivo para la deshidratación de banano, utilizando un secado con radiación infrarroja y secado por congelación. Este equipo comprende un sistema de control de los parámetros del proceso. Es un dispositivo industrial para un secado continuo y que comprende unos sistemas que emiten gas y una válvula reguladora.

Uno de los problemas que más se observan en este sector es el gasto de energía, pues este proceso demanda mucha energía. Debido a esto la patente CO693017, titulada “Dispositivo Para La Evaporación Al Vacío Con Concentradores Solares”, enseña un equipo para la evaporación al vacío con concentradores solares, caracterizada por poseer una cubierta tipo domo, con soportes para los lentes, dispuestos sobre la cubierta que transporta agua destilada en su interior y que posteriormente por un canal interno llega a un recipiente de almacenamiento; de igual forma en el exterior de la cubierta este dispositivo transporta agua de mar, que la toma de un canal externo, que finalmente conduce a un recipiente de almacenamiento de agua de mar. El entorno se caracteriza por enlazar la estructura superior con el canal que se encuentra de forma inversa al canal superior y se encuentra en la base de dicho entorno. Además, es el que realiza la conexión con una bomba de vacío y la entrada de agua de mar. El canal que se localiza en la base del entorno se caracteriza por sujetar la espuma en el momento de realizar vacío y proporcionarle amortiguación a toda la estructura con la seguridad de no encontrar fuga entre las dos partes. La espuma industrial le otorga a la estructura la posibilidad de desprenderse de la lámina de metal y tener acceso a los sólidos disueltos, que se precipitaron producto de la evaporación.

Persiste la necesidad de diseños sencillos para este tipo de dispositivos que reduzcan el consumo energético y protejan las características naturales de los sólidos secados.

1.3 Descripción de la Invención

La presente invención se refiere a un dispositivo para secado o deshidratación de productos mediante transferencia de calor por radiación y conducción a partir de agua, la cual utiliza un sistema de vacío que ayuda a disminuir el tiempo de secado y que permite la implementación de temperaturas más bajas. Con estas condiciones se conservan mejor las propiedades organolépticas de los productos sólidos o alimenticios que se secan o deshidratan. Los productos a secar pueden variar desde sólidos a líquidos, como frutas, pulpa de fruta, lácteos, extracto de café, extractos vegetales, aloe vera, vegetales, semillas, granos, entre otros, incluidos varios tipos de sólidos.

En su aspecto más general, el dispositivo de secado y deshidratado de la presente invención, comprende una cámara de vacío (I), unas bandejas para disponer el producto (II), una bomba de vacío (III), una cámara de agua (IV), un depósito de agua (V), un sistema de control de la temperatura (VI), una bomba centrífuga (VII), y un sistema de tubería y válvulas (VIII) para lograr obtener un producto deshidratado de alta calidad, que preserva sus componentes termosensibles y sus propiedades sensoriales, funcionales, nutricionales y físico químicas. La presente invención además reduce el tiempo del proceso de secado y deshidratado.

El dispositivo de la presente invención, comprende una cámara de vacío (I), que puede ser de acrílico, vidrio, polietileno, entre otros; la cual permite disminuir los tiempos de secado a temperaturas bajas. Igualmente, es el elemento que soporta las bandejas (II) donde se dispone el producto, de manera que forma un sello hermético que permite disminuir la presión con la bomba de vacío (III). Las bandejas de la presente invención, comprenden una lámina de plástico, polietileno, vidrio u otros polímeros en donde se dispone el producto a

deshidratar. Éstas son movibles, lo que facilita su limpieza asegurando un sistema libre de contaminaciones y se encuentra en una relación 1:1 con las cámaras de vacío (I).

En el mismo aspecto de la invención, las bandejas se soportan sobre una cámara de agua (IV), la cual está ubicada al inferior de las bandejas y es la que almacena el agua y la cual dispone de resistencias eléctricas para su calefacción, de manera que se genere la temperatura necesaria para pasar calor a las bandejas y así secar los productos.

Específicamente, el dispositivo secador y deshidratador de la presente invención, comprende una bomba de vacío (III), la cual genera una presión negativa dentro de la cámara de vacío (I), para disminuir la presión y facilitar que el proceso ocurra en un menor tiempo. La bomba de vacío está en una relación entre 1:1 a 1:10 con la cámara de vacío, y su tamaño varía según la cantidad de cámaras utilizadas.

En otro aspecto de la presente invención, en el depósito del agua (V), circula agua caliente que ingresa por la parte central de la cámara de agua (IV) y sale por la parte exterior del depósito a través del sistema de tuberías, para luego retornar a la cámara de agua (IV) en un circuito cerrado. Asimismo, el depósito contiene sensores de temperatura que se conectan al sistema de control del equipo (VI), en donde se controla automáticamente la temperatura de entrada y salida. En este mismo aspecto, la bomba centrífuga (VII), ubicada al lateral del depósito de agua (V), regula el caudal del agua caliente que se bombea desde la cámara de agua al depósito y viceversa. Como último aspecto de la presente invención, el sistema de tuberías y válvulas (VIII), permiten la recirculación continua del agua caliente y conectan los elementos del dispositivo.

En su aspecto más general, la invención logra reunir y asociar la configuración específica de los elementos técnicos a ventajas específicas probadas, como es el caso de una estructura simple que acopla la tecnología de transferencia de

calor por radiación y conducción a partir de agua con presiones de vacío para un secado y/o deshidratación de sólidos y alimentos en un corto tiempo, obteniendo productos con una excelente calidad, debido a que se conservan las propiedades organolépticas de éstos.

Asimismo, la configuración de la presente invención, permite el ahorro de energía debido a que la transferencia de calor se realiza utilizando las propiedades de radiación y conducción del agua, y de esta manera generar la evaporación del agua contenida en los sólidos o alimentos. Por otra parte, el dispositivo está diseñado de una manera simple y a escala industrial, por lo cual es más económico que otros dispositivos para la deshidratación.

1.4 Descripción de los Dibujos

Figura 1. Dispositivo de la presente invención.

Figura 2. Comparación del contenido de humedad de una muestra de sólido sometida a la operación al vacío con el dispositivo de la presente invención y la operación sin vacío.

Figura 3. Comparación del secado de una muestra de sólido sometida a la operación al vacío a 80°C con el dispositivo de la presente invención y la operación sin vacío a 60°C.

1.5 Descripción detallada

La presente invención se relaciona con un dispositivo para secado y/o deshidratación al vacío de productos mediante la tecnología de transferencia de calor por radiación y conducción a partir de agua, que comprende una cámara de vacío (I), una o varias bandejas (II), una bomba de vacío (III), una cámara de agua (IV), un depósito de agua (V), un sistema de control (VI), una bomba centrífuga (VII) y un sistema de tubería y válvulas (VIII).

Preferentemente, el dispositivo comprende entre 1 a 10 Cámaras de vacío (I) las cuales están ubicadas sobre las bandejas (II), específicamente a través de unos sellos que las soportan sobre el marco de las bandejas haciendo un sello hermético; asimismo, las cámaras están en una relación de 1:1 con respecto a las bandejas, y en una relación entre 10:1 y 1:1 con la bomba de vacío (III), con la cual está conectada a través de la tubería y por donde se puede operar a una presión manométrica negativa.

En este mismo aspecto de la invención, el dispositivo para secado comprende entre 1 y 10 bandejas (II), las cuales están forradas en una lámina que puede ser de plástico, polietileno, vidrio, entre otros, en donde se dispone el producto a deshidratar y están ubicadas sobre la cámara de agua (IV) en una relación entre 1:1 a 10:1. La cámara de agua (IV) a su vez, es en donde se almacena el agua que llega desde el depósito de agua a través de los ductos y es la que dispone de resistencias eléctricas para su calefacción.

En este mismo aspecto de la invención, el depósito de agua (V), comprende sensores de temperatura ya que en él se ubica la resistencia que calienta el agua, la cual está conectada al sistema de control (VI) del equipo donde se controla la temperatura de entrada del agua, la cual circula en un circuito cerrado.

En el dispositivo de la presente invención, la bomba centrífuga (VII) comprende un control de velocidad para la regulación del caudal del agua caliente que circula en el dispositivo, y se encuentra en una relación entre 1:1 a 1:10 con la cámara de vacío (I) y relación de 1:1 con la cámara de agua (IV) y el depósito de agua (V).

En otro aspecto de la presente invención, el dispositivo comprende un sistema de tuberías y válvulas (VIII) que conectan los elementos del equipo y permiten la apertura y el cierre del flujo del agua dentro del equipo.

1.6 Modalidades preferidas

En la modalidad preferida de la presente invención, el dispositivo secador comprende 4 cámaras de vacío (I), las cuales se encuentran soportadas sobre las bandejas en una relación de 1:1 y en una relación entre 10:1 y 1:1 con la bomba de vacío (III) con la cual está conectada a través de la tubería y por donde se opera a una presión manométrica negativa.

En la modalidad preferida de la presente invención, las 4 bandejas (II) están forradas en una lámina de plástico, en donde se dispone el producto a deshidratar y están ubicadas sobre la cámara de agua (IV) en una relación entre 1:1 a 10:1.

En la modalidad preferida de la presente invención, la cámara de agua (IV) almacena el agua que se calienta y se encuentra en una relación de 1:1 con el depósito de agua (V) con el cual se recircula el agua en un circuito cerrado. Asimismo, el sistema de control de temperatura (VI) se encuentra conectado a través de los sensores que comprende el depósito.

En la modalidad preferida de la presente invención, la bomba centrífuga (VII) comprende un control de velocidad para la regulación del caudal del agua caliente que circula en el dispositivo, y se encuentra en una relación entre 1:1 a 1:10 con la cámara de vacío (I) y relación de 1:1 con la cámara de agua (IV) y el depósito de agua (V).

En la modalidad preferida de la presente invención, el dispositivo comprende un sistema de tuberías y válvulas (VIII) que conectan los elementos del equipo y permiten la apertura y el cierre del flujo del agua dentro del equipo.

1.7 Ejemplos

1.7.1 Realización práctica de la invención

Se deshidrataron sólidos cortados en tajadas para obtención de producto deshidratado en las siguientes condiciones: temperatura del agua 80°C, espesor de tajada 3 mm, contenido de humedad inicial 84% base húmeda, sin operación de vacío y con operación de vacío, presión de vacío de 3 mbar. Se determinó el contenido de humedad a través del tiempo obteniendo los resultados mostrados en la figura 2 o en la tabla 1:

Tabla 1. Evaluación de la humedad de una muestra con y sin vacío en el tiempo.

Tiempo (h)	Humedad (bh) con vacío	Humedad (bh) sin vacío
0	0,85	0,84

1	0,22	0,44
1,5	0,15	0,21
2	0,14	0,16

Se observó que se alcanza el contenido de humedad final esperado en un tiempo de 1.5 horas con vacío, versus 2 horas sin vacío.

Se logró una disminución del tiempo de proceso en un 25%, con incremento de la productividad en $\text{kg}/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ en el mismo porcentaje. De esta forma es posible obtener productos deshidratados en menor tiempo de proceso.

1.7.2 Prueba de preservación de la calidad de los productos -calidad sensorial, funcional y organoléptica-

Se deshidrataron sólidos siguiendo las condiciones del ejemplo 1.7.1, y se realizó una prueba comparativa del secado a 80°C con vacío versus 60°C sin vacío. Se obtuvieron los resultados mostrados en la figura 3 o tabla 2.

Tabla 2. Evaluación del secado de una muestra con vacío y sin vacío en el tiempo., a una temperatura determinada.

Tiempo (h)	Humedad (bh) con vacío 80°C	Humedad (bh) sin vacío 60°
0	0,85	0,83
1	0,22	0,48
1,5	0,15	0,28
2	0,14	0,18

Se obtuvieron tiempo de secado para humedad comparable del 20% en un 50% menos de tiempo con vacío que sin vacío. Al comparar el pardeamiento sufrido por el producto se encontró que es equivalente al cambio de color sufrido por el producto deshidratado a 60°C sin vacío que el obtenido a 80°C con vacío.

La ausencia de aire disminuye la posibilidad de pardeamiento y evita deterioro organoléptico y funcional en términos de conservar la actividad antioxidante del producto.