MECANISMO HOMOGENEIZADOR, APARATO Y MÉTODO DE PRODUCCIÓN DE HONGOS

CAMPO TÉCNICO RELACIONADO

La presente divulgación se relaciona con mecanismos, aparatos y métodos de producción de hongos, por ejemplo, hongos medicinales o alimenticios.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

El estado de la técnica divulga procesos y aparatos para producir hongos en los documentos CN114849517, US20210243968A1, y CN114041378.

El documento CN114849517 divulga una máquina automática de agitación de nutrientes para el cultivo de hongos comestibles. La máquina agitadora automática de nutrientes comprende una rejilla, un motor, un dispositivo de agitación, un dispositivo de conexión, un dispositivo de distribución y un dispositivo de alimentación, y la rejilla lleva equipo de trabajo; el motor se fija en un extremo de la cremallera. El dispositivo de agitación está fijado de forma giratoria sobre la rejilla. Este documento además menciona que el dispositivo de agitación atraviesa el dispositivo de agitación y está conectado de forma giratoria con el motor. El dispositivo de distribución de material está fijado al extremo, cerca del motor, del dispositivo de varillaje. Los múltiples dispositivos de alimentación están distribuidos anularmente y dispuestos en el dispositivo de articulación.

Por su parte, US20210243968A1 divulga un proceso para producir biomaterial de micelio que proporciona oxígeno fresco a un biomaterial de micelio en crecimiento al tiempo que elimina el calor residual y el dióxido de carbono residual mediante aireación forzada a través de grandes volúmenes de material. Este documento menciona una primera fase de expansión fúngica, en la cual se hace pasar aire humidificado a una temperatura programada hacia arriba y a través de un sustrato inoculado con hongos de partículas discretas para permitir que el inóculo fúngico se expanda y domine el sustrato. Este documento además menciona que se añaden nutrientes a la

mezcla inoculada y se realiza una segunda fase de expansión fúngica en la que se hace pasar aire humidificado a una temperatura programada hacia arriba y a través del sustrato inoculado con hongos enriquecido con nutrientes para permitir que el inóculo fúngico una las partículas discretas en un biocompuesto autoportante.

Por otro lado, el documento CN114041378 divulga un dispositivo de agitación de material uniforme con función de esterilización para preparaciones de palitos de hongo shiitake. El dispositivo comprende una caja de enfriamiento; en la caja de enfriamiento se dispone un mecanismo de accionamiento, en la parte superior de la caja de enfriamiento se encuentra un recipiente de esterilización, en la pared externa del recipiente de esterilización se dispone un mecanismo de conducción de calor, y en la parte superior del recipiente de esterilización se encuentra incorporado un mecanismo de agitación. Este documento también menciona una placa de ranura de alimentación configurada para guiar los materiales destinados a la preparación de los palitos de setas shiitake hacia la caja de agitación. También, se menciona que el motor de agitación impulsa el giro del eje de accionamiento. Este eje, a su vez, activa de manera eficaz una cuchilla de agitación corta, una cuchilla de agitación larga y una cuchilla inferior de agitación a través de un bloque de conexión. El diseño permite que estas cuchillas operen de manera efectiva para agitar los materiales introducidos en la preparación de los palitos de setas shiitake. La disposición vertical de las cuchillas cortas y largas, con longitudes diferentes, junto con la acción de las cuchillas inferiores de agitación, aumenta el área de contacto con los materiales. Esto garantiza la uniformidad en la mezcla de los materiales y mejora el efecto de agitación, fortaleciendo así la usabilidad del dispositivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA DIVULGACIÓN

La presente divulgación describe modalidades de un mecanismo homogeneizador, que comprende un recipiente con una entrada configurada para recibir una biomasa preprocesada y al menos un agente inoculante de hongos, un mecanismo de agitación dispuesto dentro del recipiente, y un intercambiador de calor conectado al recipiente. El mecanismo homogeneizador está configurado para esterilizar la biomasa preprocesada y para producir un medio de cultivo inoculado a partir de la biomasa preprocesada esterilizada y el agente inoculante de hongos.

Además, la presente divulgación describe modalidades de un aparato de producción de hongos, que comprende un mecanismo de pretratamiento configurado para recibir al menos una biomasa y obtener una biomasa preprocesada. Cualquiera de las modalidades del mecanismo homogeneizador está configurado para esterilizar la biomasa preprocesada y para obtener un medio de cultivo inoculado a partir de la biomasa preprocesada esterilizada y al menos un agente inoculante, y un dispositivo de cultivo con al menos un recipiente configurado para recibir el medio de cultivo inoculado y permitir el crecimiento de los hongos.

También, la presente divulgación describe modalidades de un método de producción de hongos, que comprende una etapa de suministrar una biomasa preprocesada a un mecanismo homogeneizador, donde el mecanismo homogeneizador tiene un recipiente con una entrada configurada para recibir la biomasa preprocesada, un mecanismo de agitación dispuesto dentro del recipiente, y un intercambiador de calor conectado al recipiente. El método además incluye una etapa de esterilizar la biomasa preprocesada con el mecanismo homogeneizador, donde la esterilización incluye calentar la biomasa preprocesada a una temperatura entre 60°C y 120°C durante un tiempo predeterminado. También el método tiene una etapa de inocular la biomasa preprocesada, que sale de la etapa de esterilización, con un agente inoculante, y una etapa de obtener un medio de cultivo inoculado mezclando la biomasa preprocesada y el agente inoculante mediante el mecanismo de agitación del mecanismo homogeneizador. El método además incluye una etapa de cultivar hongos en un dispositivo de cultivo con al menos un recipiente configurado para recibir el medio de cultivo inoculado y permitir el crecimiento de los hongos.

Cualquiera de las modalidades del mecanismo homogeneizador permite obtener una esterilización controlada y eficiente de la biomasa preprocesada, con lo cual se logra eliminar microorganismos indeseables, por ejemplo, hongos, bacterias, y virus que podrían afectar el crecimiento de la cepa de hongo que se quiere cultivar. Además, el mecanismo homogeneizador permite producir un medio de cultivo inoculado a partir de la biomasa preprocesada esterilizada y el agente inoculante de hongos.

En particular, el mecanismo de agitación permite mezclar uniformemente la biomasa preprocesada de manera que se intercambie calor de manera eficiente con el intercambiador de calor, y de esta forma se caliente o enfríe según las necesidades de proceso. Esto evita que, durante la etapa de esterilización, se tengan zonas de la biomasa procesada con cúmulos de microorganismos indeseados que no lograron ser sometidos a los cambios de temperatura requeridos para su eliminación. Igualmente, el mecanismo de agitación permite distribuir homogéneamente el agente inoculante en la biomasa preprocesada esterilizada.

De igual forma, cualquiera de las modalidades del aparato que incluye cualquiera de las modalidades del mecanismo homogeneizador permite obtener los efectos y ventajas anteriormente mencionadas. Además, el mecanismo de pretratamiento permite adaptar la biomasa a las condiciones ideales para la siguiente etapa del proceso.

El mecanismo de pretratamiento tiene versatilidad para trabajar con diferentes tipos de materias primas, ajustándose a las variaciones en las características de la biomasa, por ejemplo, contenido de fibra, humedad, granulometría, entre otras. La biomasa preprocesada resultante del mecanismo de pretratamiento presenta una mayor homogeneidad en su composición, lo que contribuye directamente a la calidad del medio de cultivo inoculado que se obtiene al final. Esta uniformidad facilita el control preciso de las variables en todo el proceso, desde la esterilización hasta el cultivo de hongos. Esto a su vez permite tener una transferencia de calor homogénea en la biomasa preprocesada cuando se procesa con el mecanismo homogeneizador.

También, el mecanismo de pretratamiento permite extraer lixiviados que pueden ser reincorporados a la biomasa preprocesada inoculada para nutrir el hongo.

Por su parte, el dispositivo de cultivo permite controlar factores ambientales como la temperatura, humedad y ventilación, creando condiciones adecuadas para el crecimiento de los hongos. Además, tener uno o más recipientes permite cultivar hongos en cantidades controladas, y tener una mayor escalabilidad y adaptabilidad a diferentes volúmenes de producción.

De igual manera, cualquiera de las modalidades del método aquí descrito permite obtener las ventajas técnicas anteriormente mencionadas. Adicionalmente, el método permite controlar las condiciones de proceso para lograr una esterilización, inoculación y cultivo que favorezcan el crecimiento de los hongos de interés. Algunos ejemplos de condiciones de proceso que pueden estar involucradas en el método son la temperatura, concentración, humedad, y pH, de la biomasa, y la biomasa preprocesada en cualquiera de sus estados (esterilizada sin inocular, esterilizada e inoculada).

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La FIG. 1 ilustra una vista en isométrico de una modalidad del mecanismo homogeneizador aquí divulgado.

La FIG. 2 ilustra una vista en corte parcial de una modalidad del mecanismo homogeneizador aquí divulgado.

La FIG. 3 muestra un diagrama de flujo de una modalidad de un mecanismo de pretratamiento de una modalidad del aparato aquí divulgado.

La FIG. 4 ilustra una vista en isométrico de una modalidad de un recipiente de una modalidad del aparato aquí divulgado.

La FIG. 5 ilustra una vista en corte de una modalidad de un recipiente de una modalidad del aparato aquí divulgado.

La FIG. 6 ilustra una vista en isométrico de una modalidad del aparato aquí divulgado, la cual incluye una caldera, un biorreactor y una modalidad del mecanismo homogeneizador.

La FIG. 7 muestra un diagrama de flujo de una modalidad del mecanismo homogeneizador que incluye un circuito de fluidos con un tanque, un dispositivo de calentamiento de accionamiento eléctrico y una bomba.

La FIG. 8 muestra un diagrama de flujo de una modalidad de un mecanismo homogeneizador que incluye un intercambiador de calor, un dispositivo de calentamiento de tipo caldera, un tanque y una bomba.

La FIG. 9 muestra un diagrama de flujo de una modalidad de un mecanismo homogeneizador que incluye un intercambiador de calor, un dispositivo de calentamiento de accionamiento eléctrico, un tanque y una bomba.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Haciendo referencia a la FIG. 1, la presente divulgación describe modalidades de un mecanismo homogeneizador (6), que comprende un recipiente (8) con una entrada configurada para recibir una biomasa preprocesada (4) y al menos un agente inoculante (13) de hongos, un mecanismo de agitación (9) dispuesto dentro del recipiente (8), y un intercambiador de calor (10) conectado al recipiente (8). El mecanismo homogeneizador (6) está configurado para esterilizar la biomasa preprocesada (4) y para producir un medio de cultivo inoculado (11) a partir de la biomasa preprocesada (4) esterilizada y el agente inoculante (13) de hongos.

Cualquiera de las modalidades del mecanismo homogeneizador (6) permiten obtener una esterilización controlada y eficiente de la biomasa preprocesada (4), con lo cual se logra eliminar microorganismos indeseables, por ejemplo, hongos, bacterias, y virus que podrían afectar el crecimiento de la cepa de hongo que se quiere cultivar. Además, el mecanismo homogeneizador (6) permite producir un medio de cultivo inoculado (11) a partir de la biomasa preprocesada (4) esterilizada y el agente inoculante (13) de hongos.

Adicionalmente, el poder realizar las diferentes tareas de mezclado, esterilización, inoculación y disposición de la mezcla que incluye la biomasa preprocesada (4), permite realizar cuatro procesos de manera industrial, reduciendo la dependencia de la mano humana y sus implicaciones en costos y focos de contaminación.

En particular, el mecanismo de agitación (9) permite mezclar uniformemente la biomasa preprocesada (4) de manera que se intercambie calor de manera eficiente con el intercambiador de calor (10), y de esta forma se caliente o enfríe según las necesidades de proceso. Esto evita que, durante la etapa de esterilización, se tengan zonas de la biomasa procesada (4) con cúmulos de microorganismos indeseados que no lograron ser sometidos a los cambios de temperatura requeridos para su eliminación. Igualmente, el mecanismo de agitación (9) permite distribuir homogéneamente el agente inoculante (13) en la biomasa preprocesada (4) esterilizada.

En algunas modalidades del mecanismo homogeneizador (6), el intercambiador de calor (10) puede incluir una chaqueta (23) dispuesta alrededor del recipiente (8), donde la chaqueta (23) está configurada para recibir un fluido de servicio que intercambia calor con el recipiente (8).

Haciendo referencia a la FIG. 2, en la cual se muestra un corte parcial longitudinal del recipiente (8) y el intercambiador de calor (10), la chaqueta (23) se conecta a una cara externa del recipiente (8). Preferiblemente, la chaqueta (23) rodea el recipiente (8) de manera que cuando se procesa la biomasa preprocesada (4), la chaqueta (23) intercambie calor con dicha biomasa preprocesada (4) de manera uniforme. Con el fin de obtener un intercambio de calor uniforme, el mecanismo de agitación (9) remueve la biomasa preprocesada (4), evitando que se generen zonas con temperatura diferente. Esto en particular es deseable cuando el mecanismo homogeneizador (6) ejecuta un proceso de esterilización, en el cual, se requiere aumentar la temperatura de la biomasa preprocesada (4) para eliminar microorganismos no deseados.

También, la chaqueta (23) puede incluir bafles (no ilustrados) configurados para generar cambios de dirección en el fluido de servicio que circula dentro de la chaqueta (23). Esto permite mejorar la transferencia de calor por convección, ya que genera mayor turbulencia y choques del fluido de servicio contra los bafles y la cara externa del recipiente (8).

Haciendo referencia a la FIG. 8 y la FIG. 9, la chaqueta (23) se conecta a un circuito de fluidos (32) que incluye al menos un intercambiador de calor (35). El circuito de fluidos puede además incluir un tanque (33), una bomba (34), y tuberías que conectan la chaqueta (23) con el intercambiador de calor (35) y la bomba (34). El intercambiador de calor (35) puede ser un dispositivo de

calentamiento (36) configurado para elevar la temperatura de un fluido de servicio que circula en el circuito de fluidos (32) y se suministra a la chaqueta (23). También, el intercambiador de calor (35) puede conectarse a un dispositivo de calentamiento (36).

Por ejemplo, haciendo referencia a la FIG.6, cuando el intercambiador de calor (35) es un dispositivo de calentamiento (36), el dispositivo de calentamiento (36) puede ser una caldera, y el fluido de servicio puede ser vapor de agua. En este caso, la chaqueta (23) puede tener una salida en la cual se conecta una trampa de vapor (no ilustrada) o válvula de estrangulamiento que permiten aprovechar de mejor manera el calor latente que entrega el vapor de agua al condensarse dentro de la chaqueta (23).

Alternativamente, haciendo referencia a la FIG. 8, cuando el intercambiador de calor (35) se conecta a un dispositivo de calentamiento (36), el intercambiador de calor (35) puede ser un intercambiador de calor dentro del cual circula el fluido de servicio que fluye hacia la chaqueta (23). En la FIG. 8, el dispositivo de calentamiento (36) es una caldera pirotubular, y el intercambiador de calor (35) es de tubos y coraza. La caldera puede reemplazarse por cualquier otro dispositivo de calentamiento (36), por ejemplo, por un calentador de agua eléctrico o de gas.

El dispositivo de calentamiento (36) también puede ser un calentador eléctrico, un quemador de combustible, o cualquier otro elemento que permita calentar el fluido de servicio.

Haciendo referencia a la FIG. 9, en otras realizaciones del mecanismo homogeneizador (6), el tanque (33) podría estar configurado para contener el intercambiador de calor (35), por ejemplo, un serpentín o tubos a través de los cuales circula el vapor de agua, de manera que se calienta el fluido de servicio contenido en el tanque (33). En este caso, el fluido de servicio preferiblemente no cambia de fase, y podría ser un fluido diferente de agua, por ejemplo, aceite. El aceite permite obtener mayores temperaturas de operación que el vapor de agua sin aumentar la presión.

En la FIG. 9, se muestra una modalidad en la que el dispositivo de calentamiento (36) es un calentador eléctrico. El calentador eléctrico puede disponerse dentro del tanque (33). De esta

manera, el calentador eléctrico mantiene una temperatura ideal del fluido de servicio contenido en el tanque (33).

En modalidades no ilustradas, el dispositivo de calentamiento (36) puede ser un calentador de paso. El calentador de paso puede ser de accionamiento eléctrico, o puede también ser un calentador de gas. Una de las ventajas de usar un calentador de paso, es que podría eliminarse el tanque (33).

En otras modalidades del mecanismo homogeneizador (6) (no ilustradas), el intercambiador de calor (10) puede incluir dispositivos de calentamiento (36) seleccionados del grupo que comprende calentadores con resistencias eléctricas, calentadores con bobinas de inducción, intercambiadores de calor de tubos y coraza, serpentines, intercambiadores de calor de un paso, intercambiadores de calor de dos pasos, intercambiadores de calor de tres o más pasos, intercambiadores de calor de placas, intercambiadores de calor con aletas, y combinaciones de los mismos, calentadores de tubos radiantes, quemadores de gas, quemadores de combustible sólido, líquido o gas, quemadores de gas (v.g. de premezcla, tipo jet), quemadores de carbón (v.g. de rejilla, de premezcla, tipo jet, tipo swirl), calentadores con cámaras de combustión, y combinaciones de los mismos.

Por ejemplo, el intercambiador de calor (10) puede incluir una pluralidad de resistencias eléctricas conectadas a una o más paredes externas del recipiente (8). También, el intercambiador de calor (10) puede incluir un serpentín, o tubos, dispuestos en una o más de las paredes externas del recipiente (8).

Por otro lado, en algunas modalidades del mecanismo homogeneizador (6), el mecanismo de agitación (9) incluye un mezclador de sólidos (7) seleccionado del grupo que comprende mezcladores de palas, mezcladores helicoidales, mezcladores de ancla, y combinaciones de los mismos. El mecanismo de agitación (9) puede además incluir un mecanismo de transmisión (41) y un motor (43).

Haciendo referencia a la FIG. 2, el mezclador de sólidos (7) puede incluir un eje (38) montado sobre chumaceras (40) que se instalan en una cara frontal y una cara trasera del recipiente (8). El

eje (38) tiene un primer extremo conectado a una chumacera (40) y un segundo extremo conectado un mecanismo de transmisión (41). Una segunda chumacera (4) puede conectarse al eje (38) en una sección medial del eje (38) cercana al extremo donde se conecta el mecanismo de transmisión (41).

Unos elementos de agitación (45) se conectar al eje (38). Los elementos de agitación (45) pueden ser paletas, secciones de tornillo sinfín, sección de anclas, o cualquier otro tipo de superficie que permita mover y/o agitar la biomasa preprocesada (4) cuando el eje (38) rota.

Preferiblemente, las chumaceras (40) se dispone afuera del recipiente (8), con el fin de evitar que grasa, o cualquier otro lubricante de las chumaceras (40) contamine la biomasa preprocesada (4). El eje (38) puede incluir unas secciones de sellamiento (42) que entran en contacto con la parte inferior de la cara frontal y la cara trasera del recipiente (8). Estas secciones de sellamiento (42) evitan que se filtren fluidos hacia afuera del recipiente (8), y además, evitan que entren contaminantes hacia el recipiente (8).

El mecanismo de transmisión (41) se conecta a un motor (43). El mecanismo de transmisión (41) puede seleccionarse del grupo que comprende reductores de velocidad de sin fin corona, reductores de velocidad de engranajes, reductores cicloidales, reductores de velocidad planetarios, reductores de engranajes internos, reductores de engranajes externos o combinaciones de los anteriores. El mecanismo de transmisión (41), además puede incluir elementos de transmisión de potencia como cables, cadenas de transmisión, correas o bandas de transmisión, poleas, poleas dentadas, engranajes, piñones, piñón-cadena, mecanismo de piñón y tornillo sin fin, mecanismo de cremallera, ruedas de fricción, discos de fricción, chavetas y ejes nervados, juntas cardán y juntas homocinéticas, árbol de levas y otros elementos de transmisión mecánica equivalentes conocidos por una persona versada en la materia.

El motor (43) puede ser un motor eléctrico que se selecciona entre motores de corriente alterna (v.g. motores sincrónicos trifásicos, motores asíncronos sincronizados, motores con un rotor de imán permanente, motores monofásicos, motores bifásicos, motores con arranque auxiliar bobinado, motores con arranque auxiliar bobinado y con condensador), motores de corriente

continua (v.g. motores de excitación en serie, motores de excitación en paralelo, motores de excitación compuesta), motores paso a paso (v.g. con encoder, con freno de motor, con disipadores de calor, con disipadores inerciales, con reductores de engranajes planetarios de una, dos o tres etapas), motores paso a paso clase NEMA 8, NEMA 11, NEMA 17, NEMA 23 o NEMA 34, motores eléctricos equivalente conocidos por una persona medianamente versada en la materia, o combinaciones de los mismos. También, en algunas modalidades del mecanismo homogeneizador (6) (no ilustradas), el motor (43) puede ser un motor de accionamiento hidráulico o neumático.

En algunas modalidades del mecanismo homogeneizador (6) (no ilustradas), mecanismo de agitación (9) puede incluir dos o más mezcladores de sólidos (7) conectados al mecanismo de transmisión (41). En el caso de usar dos mezcladores de sólidos (7), estos pueden disponerse de forma que configuren un mezclador de doble tornillo. Por ejemplo, los mezcladores de sólidos (7) pueden ser de tipo tornillo sinfín y ser gemelos.

Haciendo referencia a la FIG. 2, en estas modalidades, el recipiente (8) puede incluir una primera entrada (29) configurada para recibir el agente inoculante (13), una segunda entrada (30) dispuesta separada de la primera entrada (29) y configurada para recibir la biomasa preprocesada (4), y una salida (31) dispuesta separada de la primera entrada (29) y la segunda entrada (30) configurada para extraer el medio de cultivo inoculado (11).

Haciendo referencia a la FIG. 1 y la FIG. 2, la segunda entrada (30) puede ser una abertura del recipiente (8). En el ejemplo ilustrado, la segunda entrada (30) es una abertura localizada en la parte superior del recipiente (8). Haciendo referencia a la FIG. 1, preferiblemente, la segunda entrada (30) puede ser sellada de manera removible con una tapa (37).

Por su parte, la primera entrada (29) puede ser una tubería que se extiende desde afuera del recipiente (8) hacia su interior. La tubería puede tener tubos abiertos (39) distribuidos a lo largo de la tubería. Los tubos abiertos (39) permiten distribuir fluidos y/o sólidos dentro del recipiente (8). Esto permite que, por ejemplo, cuando se agregan aditivos, nutrientes, el agente inoculante (13),

lixiviados, o cualquier otra sustancia deseable en el procesamiento de la biomasa preprocesada (4), estas sustancias se distribuyan con mayor homogeneidad en dicha biomasa preprocesada (4).

Una de las ventajas de tener la primera entrada (29) y la segunda entrada (30) separadas entre sí, es que se evita la contaminación cruzada de la biomasa preprocesada (4) después de que ha sido esterilizada. Por ejemplo, en el caso contrario de que solo se tuviera una entrada con tapa (37), una vez se haya terminado de esterilizar la biomasa preprocesada (4), y se necesite suministrar el agente inoculante (13) y/o nutrientes, lixiviados y/o aditivos, al abrir la tapa (37) podrían ingresar bacterias, hongos y otros microorganismos indeseables.

Haciendo referencia a la FIG. 1 y la FIG. 2, la salida (31) puede incluir una válvula (16). La salida (31) puede localizarse en la parte inferior del recipiente (8), de manera que al abrir la válvula (16) la biomasa preprocesada (4) pueda salir con mayor facilidad. Por ejemplo, para descargar la biomasa preprocesada (4) del mecanismo homogeneizador (6) se puede accionar el mecanismo de agitación (9) de manera que mueva la biomasa preprocesada (4) hacia la salida (31), y al abrir la válvula (16), dicha biomasa preprocesada (4) caiga hacia afuera del recipiente (8).

Por su parte, el recipiente (8) puede tener una sección transversal de forma circular, semicircular, poligonal regular, poligonal irregular, elíptica, semi-elíptica, o cualquier otra forma irregular configurada para favorecer la agitación de la biomasa preprocesada (4). Preferiblemente, el recipiente (8) tiene un área transversal constante, es decir, que no cambia en dirección longitudinal del recipiente (8). Alternativamente, el recipiente (8) puede tener un área transversal que se reduce hacia la salida del recipiente (8).

Preferiblemente, el recipiente (8), y el mezclador de sólidos (7) son de un material inerte. Se entenderá por material inerte, a un material que no se degrada significativamente, por ejemplo, que no se oxida, o libera residuos contaminantes que puedan afectar la calidad de la biomasa preprocesada (4) que se procesa en el mecanismo homogeneizador (6). Preferiblemente, el recipiente (8) y el mezclador de sólidos (7) se seleccionan del grupo que comprende acero inoxidable (v.g., aceros AISI 301, 302, 304, 316, 316L, 405, 410, 430, 442), aceros con alto contenido de níquel, aleaciones de aluminio, aleaciones de titanio, y combinaciones de los mismos.

En cualquiera de sus modalidades, el mecanismo homogeneizador (6) puede además incluir una pluralidad de sensores dispuestos en el recipiente (8) y configurados para monitorear las condiciones de procesos del mecanismo homogeneizador (6). Por ejemplo, el mecanismo homogeneizador (6) puede incluir sensores seleccionados del grupo que comprende sensores de temperatura, sensores de humedad, sensores de gases, balanzas configuradas para determinar la masa de biomasa (3), aditivos (12) y agente inoculante (13) que se suministran al mecanismo homogeneizador (6) y combinaciones de los mismos.

Los sensores pueden conectarse una unidad de cómputo (no ilustrada) que recibe las señales de dichos sensores. Preferiblemente, la unidad de cómputo tiene una unidad de procesamiento que ejecuta un método implementado por computador que procesa las señales y obtiene datos de proceso, tales como, datos de temperatura, concentración, tiempos de procesamiento, entre otros. También, la unidad de procesamiento puede estar configurada para generar señales de alerta, que pueden desplegar un estímulo visual o auditivo en una interfaz de usuario. Ejemplo de señales de alerta son, señales de anuncio de alta temperatura, de baja temperatura, o notificaciones de inicio o finalización de procesos que se ejecutan en el mecanismo homogeneizador (6), tales como la esterilización de la biomasa preprocesada (4), y la homogeneización de biomasa preprocesada (4) con aditivos (12) y agente inoculante (13).

Además, la presente divulgación describe modalidades de un aparato (1) de producción de hongos, que comprende un mecanismo de pretratamiento (2) configurado para recibir al menos una biomasa (3) y obtener una biomasa preprocesada (4), y cualquiera de las modalidades del mecanismo homogeneizador (6) aquí divulgadas.

El mecanismo homogeneizador (6) está configurado para esterilizar la biomasa preprocesada (4) y para obtener un medio de cultivo inoculado (11) a partir de la biomasa preprocesada (4) esterilizada y al menos un agente inoculante (13).

El aparato (1) además incluye un dispositivo de cultivo (17) con al menos un recipiente (18) configurado para recibir el medio de cultivo inoculado (11) y permitir el crecimiento de los hongos.

Por ejemplo, el mecanismo homogeneizador (6) puede incluir al menos un recipiente (8) con una entrada configurada para recibir una biomasa preprocesada (4) y el al menos un agente inoculante (13), un mecanismo de agitación (9) dispuesto dentro del recipiente (8), y un intercambiador de calor (10) conectado al recipiente (8).

De igual forma, cualquiera de las modalidades del aparato (1) que incluye cualquiera de las modalidades del mecanismo homogeneizador (6) permite obtener los efectos y ventajas anteriormente mencionadas. Además, el mecanismo de pretratamiento (2) permite adaptar la biomasa (3) a las condiciones ideales para la siguiente etapa del proceso.

Se entenderá en la presente divulgación por biomasa a materia orgánica a diversos materiales orgánicos como desechos agrícolas, residuos forestales, desechos de la industria alimentaria, y combinaciones de los mismos.

El mecanismo de pretratamiento (2) tiene versatilidad para trabajar con diferentes tipos de materias primas, ajustándose a las variaciones en las características de la biomasa (3), por ejemplo, contenido de fibra, humedad, granulometría, entre otras. La biomasa preprocesada (4) resultante del mecanismo de pretratamiento (2) presenta una mayor homogeneidad en su composición, lo que contribuye directamente a la calidad del medio de cultivo inoculado (11) que se obtiene al final. Esta uniformidad facilita el control preciso de las variables en todo el proceso, desde la esterilización hasta el cultivo de hongos. Esto a su vez permite tener una transferencia de calor homogénea en la biomasa preprocesada (4) cuando se procesa con el mecanismo homogeneizador (6). También, el mecanismo de pretratamiento (2) permite extraer lixiviados que pueden ser reincorporados a la biomasa preprocesada (4) inoculada para nutrir el hongo.

Haciendo referencia a la FIG. 3, el mecanismo de pretratamiento (2) puede incluir un mecanismo de trituración (19). El mecanismo de trituración (19) permite reducir el tamaño de partícula de la biomasa (3).

En modalidades no ilustradas, el mecanismo de pretratamiento (2) puede incluir cuchillas configuradas para trocear la biomasa (3) antes de molerla en el molino. Esto puede ser deseable cuando la biomasa (3) incluye desechos forestales y desechos alimenticios que incluyen elementos como raíces, palos, frutas, semillas, y otros elementos de tamaño mayor a 2cm.

El mecanismo de pretratamiento (2) puede también incluir un mecanismo de compactación que permite separar lixiviados de la biomasa (3). El mecanismo de compactación (no ilustrado) retira la humedad en exceso contenida en la biomasa (3) por medio de una prensa, rodillos, o cualquier otro elemento de compactación mecánica. Por ejemplo, la biomasa (3) puede tener una humedad superior al 80%. El mecanismo de compactación puede obtener una biomasa con una humedad entre 50% y 65%. Esta biomasa puede ingresarse posteriormente al mecanismo de trituración (19).

Preferiblemente, la biomasa (3) primero se trocea con las cuchillas, o se procesa con el mecanismo de trituración (19) cuando éste es un molino de cuchillas, y luego se compacta. Cuando el mecanismo de trituración (19) es otro tipo de molino, la biomasa (3) puede primero trocearse, luego compactarse en el mecanismo de compactación y posteriormente se procesa en el mecanismo de trituración (19).

El mecanismo de trituración (19) puede seleccionarse del grupo que comprende molinos de molinos de rodillos, molinos de cuchillas, molinos de dientes truncados, molinos de discos, molino de barrotes, molino tipo cono, molinos de cono inverso, molinos de cizalla, molinos de pin/discos, molinos de impacto, molinos de bolas, molinos de martillo, elementos de cizallamiento en configuraciones de uno y dos tornillos y combinaciones de estos. En el caso que el mecanismo de trituración (19) es un molino de cuchillas, el mecanismo de pretratamiento (2) puede no incluir cuchillas para trocear previamente la biomasa (3).

Preferiblemente, el mecanismo de trituración (19) permite obtener una biomasa preprocesada (4) con un tamaño de partícula inferior a 10mm. Por ejemplo, la biomasa preprocesada (4) puede también tener un tamaño de partícula de entre 2mm y 10mm. En el rango de 2mm a 10mm se logra tener partículas que permite su manipulación durante los procesos posteriores que se ejecutan en el mecanismo homogeneizador (6). Estos rangos impiden también la compactación excesiva

de la biomasa cuando se cultivan los hongos. Por e ejemplo, este rango de tamaño de partícula de la biomasa preprocesada (4) mejora la difusión de nutrientes en el sustrato donde crece el hongo, promoviendo una distribución uniforme. Esto favorece el crecimiento homogéneo del micelio, contribuyendo a un cultivo de hongos más productivo.

Haciendo referencia a la FIG. 3, el mecanismo de pretratamiento (2) puede incluir un mecanismo de tamizado (21) que recibe la biomasa triturada (20) y obtiene la biomasa preprocesada (4), donde el mecanismo de tamizado (21) incluye una salida de líquidos (22) conectada al dispositivo de recolección (5) de lixiviados.

El mecanismo de pretratamiento (2) incluye el dispositivo de recolección de lixiviados (5), el cual puede incluir un recipiente dispuesto debajo del molino y/o las cuchillas en el cual caen los lixiviados. El dispositivo de recolección de lixiviados (5) puede además incluir una entrada conectada al mecanismo de compactación, a través de la cual entran los lixiviados que se extraen en la compactación de la biomasa (3).

Por su parte, el dispositivo de cultivo (17) permite controlar factores ambientales como la temperatura, humedad y ventilación, creando condiciones adecuadas para el crecimiento de los hongos. Además, tener uno o más recipientes (18) permite cultivar hongos en cantidades controladas, y tener una mayor escalabilidad y adaptabilidad a diferentes volúmenes de producción.

En algunas modalidades del aparato (1), éste además comprende un dispositivo de cultivo (44) configurado para obtener el agente inoculante (13). El dispositivo de cultivo (44) permite generar un crecimiento controlado de propágulo de hongos y/o esporas. El dispositivo de cultivo (44) puede ser un propagador, como los utilizados en la industria cervecera para el cultivo de levadura.

También, el dispositivo de cultivo (44) puede ser un biorreactor. El biorreactor puede incluir un tanque y un dispositivo de calentamiento configurado para controlar la temperatura de crecimiento del propágulo de hongo y/o las esporas. El dispositivo de cultivo (44) puede operar en lotes. En

modalidades alternativas, el dispositivo de cultivo (44) puede operar de manera continua o semicontinua.

Por ejemplo, haciendo referencia a la FIG. 6, el dispositivo de cultivo (44) puede ser un biorreactor (14) configurado para obtener el agente inoculante (13) mediante un proceso de fermentación que toma como entrada un propágulo de hongo, lixiviados de la biomasa preprocesada (4), agua y nutrientes. Ejemplos de nutrientes son melaza, sulfato de manganeso y biomasa esterilizada.

El biorreactor (14) tiene un tanque en el cual se ejecuta el proceso de fermentación. Opcionalmente, dentro del tanque se dispone un intercambiador de calor, el cual se conecta a un circuito de fluido. El circuito puede además incluir intercambiares de calor que permiten enfriar y/o calentar un fluido de servicio. Dicho fluido de servicio circula a través del intercambiador de calor del biorreactor (14) para intercambiar calor con la sustancia en fermentación. El intercambiador de calor del biorreactor (14) puede ser una chaqueta (no ilustrada) que rodea el tanque donde sucede la fermentación.

En algunas de las modalidades del aparato (1), el dispositivo de cultivo (17) incluye una pluralidad de recipientes (18). Esto permite cultivar hongos en pequeños lotes, mejorando la manipulación, control de calidad y logística de los mismos.

Por ejemplo, haciendo referencia a la FIG. 4 y la FIG. 5, cada recipiente (18) puede incluir una bandeja (24) configurada para recibir el medio de cultivo inoculado (11) y una tapa (25) que se conecta herméticamente a la bandeja (24). Preferiblemente, cada recipiente (18) puede además incluir un elemento de iluminación (26) conectado a la tapa (25) y configurado para iluminar el medio de cultivo inoculado (11), y un elemento de intercambio de líquidos (27) configurado para modificar una concentración de líquido del medio de cultivo inoculado (11), y un elemento de intercambio de gases (28) para modificar una concentración de gases del medio de cultivo inoculado (11).

Preferiblemente, la tapa (25) y la bandeja (24) permiten un cierre hermético. Esto permite evitar que se contamine el medio de cultivo inoculado (11) con microorganismos indeseables presentes en el medio ambiente donde se localiza el dispositivo de cultivo (17). También, el cierre hermético permite evitar que se altere la humedad dentro de la bandeja (24), lo cual perjudicaría el crecimiento del hongo en el medio de cultivo inoculado (11).

Por su parte, el puerto de intercambio de líquidos (27) permiten suministrar fluidos al medio de cultivo inoculado (11), los cuales pueden incluir más nutrientes que favorezcan el crecimiento del hongo. Por su parte, el elemento de iluminación (26) permite controlar la cantidad de luz que recibe el hongo durante su crecimiento. El ajuste y la regulación del elemento de iluminación (26) permiten adaptar la exposición lumínica, atendiendo a los requerimientos específicos de la cepa de hongo cultivada. Esto permite influir en los procesos fotosintéticos y fotomorfogénicos que inciden en el desarrollo y rendimiento del hongo.

En cuanto al elemento de intercambio de gases (28), este puede ser una válvula, o filtro que permita selectivamente el paso de aire y gases generados durante el crecimiento del hongo. El elemento de intercambio de gases (28) ajusta la composición gaseosa dentro del recipiente (18), ya sea permitiendo el ingreso de aire fresco o facilitando la salida de gases generados. Lo anterior contribuye a mantener condiciones apropiadas para el desarrollo del hongo. Por ejemplo, dependiendo de la fase del crecimiento del hongo, las necesidades de oxígeno y la producción de dióxido de carbono varían. También, otros gases como el metileno que libera la biomasa en descomposición pueden afectar el crecimiento del hongo, y pueden ser controlados con el puerto de intercambio de gases (28). De acuerdo con lo anterior, una válvula o filtro en el elemento de intercambio de gases (28) permite ajustar la concentración de oxígeno, dióxido de carbono y otros gases. Adicionalmente, la capacidad selectiva del elemento de intercambio de gases (28) ayuda a minimizar el riesgo de contaminación del medio de cultivo (11), ya que restringe el flujo de aire y gases, y reduce la posibilidad de la entrada de agentes contaminantes externos al recipiente (18).

También, la presente divulgación describe modalidades de un método de producción de hongos, que comprende una etapa de suministrar una biomasa preprocesada (4) a un mecanismo homogeneizador (6), donde el mecanismo homogeneizador (6) tiene un recipiente (8) con una

entrada configurada para recibir la biomasa preprocesada (4), un mecanismo de agitación (9) dispuesto dentro del recipiente (8), y un intercambiador de calor (10) conectado al recipiente (8).

El mecanismo homogeneizador (6) puede ser cualquiera de las modalidades del mecanismo homogeneizador (6) aquí divulgadas.

El método además incluye una etapa de esterilizar la biomasa preprocesada (4) con el mecanismo homogeneizador (6), donde la esterilización incluye calentar la biomasa preprocesada (4) a una temperatura entre 60°C y 120°C durante un tiempo predeterminado. También el método tiene una etapa de inocular la biomasa preprocesada (4), que sale de la etapa de esterilización, con un agente inoculante (13), y una etapa de obtener un medio de cultivo inoculado (11) mezclando la biomasa preprocesada (4) y el agente inoculante (13) mediante el mecanismo de agitación (9) del mecanismo homogeneizador (6). El método además incluye una etapa de cultivar hongos en un dispositivo de cultivo (17) con al menos un recipiente (18) configurado para recibir el medio de cultivo inoculado (11) y permitir el crecimiento de los hongos.

Cualquiera de las modalidades del método aquí descrito, permite obtener las ventajas técnicas del aparato (1) anteriormente mencionadas. Adicionalmente, el método permite controlar las condiciones de proceso para lograr una esterilización, inoculación y cultivo que favorezcan el crecimiento de los hongos de interés. Algunos ejemplos de condiciones de proceso que pueden estar involucradas en el método son la temperatura, concentración, humedad, y pH, de la biomasa (3), y la biomasa preprocesada (4) en cualquiera de sus estados (esterilizada sin inocular, esterilizada e inoculada).

La etapa de esterilizar la biomasa preprocesada (4) con el mecanismo homogeneizador (6) permite someter la biomasa preprocesada (4) a una temperatura entre 60°C y 120°C durante un tiempo predeterminado. El tiempo predeterminado puede depender de la capacidad del recipiente (8) y de la cantidad de biomasa preprocesada (4) que se esteriliza. Por ejemplo, para esterilizar un lote de biomasa preprocesada (4) de entre 250kg y 300kg se puede emplear un tiempo entre 35 y 45 min. Con estas condiciones, se garantiza que no queden cúmulos o zonas de la biomasa

preprocesada (4) que no hayan sido calentadas a la temperatura objetivo, y que por lo tanto, puedan conservar microorganismos indeseables.

Por otro lado, mantener una temperatura inferior a los 120°C permite evitar el deterioro de carbohidratos, proteínas, grasas y otros nutrientes, que pueden ser útiles durante la etapa de cultivo del hongo. Adicionalmente, a esta temperatura generalmente se eliminan todas las bacterias, virus y hongos indeseables, por lo cual, aumentar más la temperatura genera un costo operacional innecesario.

Una vez pasa el tiempo predeterminado, opcionalmente el método puede ejecutar una subetapa de enfriar la biomasa preprocesada (4) esterilizada circulando un fluido de enfriamiento en el intercambiador de calor (10) del mecanismo homogeneizador (6). En particular, si el intercambiador de calor (10) incluye una chaqueta (23), el fluido de enfriamiento puede ser agua líquida. Este enfriamiento controlado permite eliminar bacterias y microorganismos termorresistentes que podrían colonizar la biomasa preprocesada (4) después del calentamiento en caso de que no se produzca un descenso de la temperatura.

Alternativamente, el enfriamiento puede producirse mediante unos aspersores de fluido, que rocían fluido de enfriamiento, generalmente agua, sobre la biomasa preprocesada (4) una vez termina el calentamiento. Preferiblemente, durante el rocío de fluido el mecanismo homogeneizador (6) activa su mecanismo de agitación (9) para favorecer el enfriamiento de la biomasa preprocesada (4).

En algunas modalidades del método, en la etapa de obtener una biomasa preprocesada (4) se mezcla una biomasa (3) con unos aditivos (12) seleccionados del grupo que comprende fuentes de nitrógeno, carbón activado, calcio, sulfato de manganeso, sales de cobre, y combinaciones de los mismos. Esto permite enriquecer la biomasa preprocesada (4) con nutrientes que favorecen el crecimiento del hongo en la etapa de cultivar hongos. Esta etapa puede ejecutarse antes de la etapa de inocular la biomasa preprocesada (4). Alternativamente, esta etapa puede ejecutarse en paralelo con la etapa de inocular la biomasa preprocesada (4).

En la etapa de inocular la biomasa preprocesada (4), se suministra el agente inoculante (13) a través de la primera entrada (29) del mecanismo homogeneizador (6). Preferiblemente, el agente inoculante (13) tiene una consistencia fluida que permite su circulación a través de tuberías que se conectan a la primera entrada (29) del mecanismo homogeneizador (6).

En las modalidades del método en las que se usan modalidades del mecanismo homogeneizador (6) en la que la primera entrada (29) es una tubería con tubos abiertos (39) dispuestos dentro del recipiente (8), el agente inoculante (13) cae sobre la biomasa preprocesada (4) esterilizada, distribuyéndose a lo largo del recipiente (8). Esto permite obtener una inoculación más homogénea.

Opcionalmente, en los extremos distales de los tubos abiertos (39) se pueden disponer aspersores de fluido que permiten rociar de manera uniforme el agente inoculante (13) y los aditivos (12), cuando estos tienen una consistencia fluida.

Una vez de suministra el agente inoculante (13) y/o los aditivos (12), se ejecuta la etapa de obtener un medio de cultivo inoculado (11) mezclando la biomasa preprocesada (4) y el agente inoculante (13) mediante el mecanismo de agitación (9) del mecanismo homogeneizador (6). En esta etapa, el mecanismo de agitación (9) se activa durante un tiempo predeterminado. El tiempo predeterminado dependerá de la cantidad de biomasa preprocesada (4), agente inoculante (13) y aditivos (12) que se suministran al recipiente (8).

En algunas modalidades del método, en la etapa de obtener un medio de cultivo inoculado (11) se puede además tener una subetapa de mezclar entre 60% y 95% de biomasa preprocesada (4) esterilizada y entre 5% y 40% del agente inoculante (13) y aditivos (12), donde los aditivos (12) incluyen agentes nutricionales.

Una ventaja de estos rangos es que permiten usar una cantidad reducida de agente inoculante, en comparación con usar proporciones fuera del rango, con lo cual se puede inocular la mayor cantidad posible de biomasa preprocesada (4) esterilizada. Así mismo se mezcla con estos de la manera más uniforme posible los aditivos (12) que incluyen agentes nutricionales.

Algunas modalidades del método aquí descrito además comprenden una etapa de obtener el agente inoculante (13) mediante un proceso de fermentación que toma como entrada un propágulo de hongo, lixiviados de la biomasa preprocesada (4), agua y nutrientes, donde el proceso de fermentación es ejecutado por un dispositivo de cultivo (44) como los descritos en las modalidades del aparato (1). Ejemplos de nutrientes son ser melaza, fuentes de nitrógeno en presentación sólida o líquida, cereales (v.g., cebada, trigo, maíz, y mezclas de los mismos), sulfato de manganeso, biomasa y combinaciones de los anteriores.

Esta etapa se puede ejecutar en un dispositivo de cultivo (44) de tipo propagador, similar al utilizado en la industria cervecera para el crecimiento de levadura. En el dispositivo de cultivo (44) se suministra biomasa preprocesada (4) que sirve como medio de cultivo del agente inoculante (13). Una de las ventajas del dispositivo de cultivo (44) es multiplicar el agente inoculante (13) que se ingresa inicialmente entre 10 veces y 100 veces. Esto se logra controlando las condiciones nutricionales, de humedad y luminosidad en el dispositivo de cultivo (44).

Alternativamente, esta etapa de obtener el agente inoculante (13) puede ejecutarse en un dispositivo de cultivo (44) de tipo biorreactor. El biorreactor ejecuta un proceso de fermentación que puede tener una temperatura de operación entre 20°C y 40°C. El proceso de fermentación además puede tener unas condiciones de pH de entre 4 y 7, preferiblemente de entre 5 y 6, y puede tener una duración de al menos 2 días.

El proceso de fermentación permite multiplicar el agente inoculante (13) controlando las condiciones de la biomasa preprocesada (4) en la que crece el agente inoculante (13) (temperatura, pH, concentración de sales, oxígeno disuelto, otros) con un nivel de precisión mayor, en comparación con otros métodos que no usan el biorreactor. Esto a su vez permite al agente inoculante (13) adaptarse aún más a las condiciones de la biomasa preprocesada (4), lo que aumenta a un 90% la probabilidad de una colonización del 90% de la biomasa al día #21 posterior al proceso de inoculación.

En cualquiera de las modalidades del método, el agente inoculante (13) puede incluir un propágulo que se selecciona del grupo que comprende micelio, esporas, hongos y combinaciones de los mismos de una cepa seleccionada del grupo que comprende:

- cepas de hongos nutricionales seleccionadas entre *Agaricus bisporus, Boletus edulis, Lentinula edodes, Agaricus augustus, Pleurotus ostreatus, Morchella esculenta, Cantharellus cibarius, Lycoperdon perlatum, Craterellus cornucopioides, Morchella elata, y Armillaria mellea,* combinaciones de las anteriores, y
- cepas de hongos medicinales seleccionadas entre *Ganoderma lucidum, Cordyceps sinensis, Grifola frondosa, Trametes versicolor, Agaricus blazei, Hericium erinaceus, Pleurotus ostreatus, Auricularia auricula-judae, Tremella fuciformis, Inonotus obliquus, y* combinaciones de las anteriores.

En algunas modalidades del método, el método además incluye una etapa de preprocesar una biomasa (3) para obtener la biomasa preprocesada (4) y unos lixiviados. Esta etapa se puede ejecutar en un mecanismo de pretratamiento (2) de cualquiera de las modalidades del aparato (1) aquí divulgadas.

En esta etapa se recibe biomasa (3), la cual puede incluir elementos de tamaños disímiles. Por ejemplo, si la biomasa (3) incluye desechos forestales, desechos alimenticios, o desechos agrícolas, puede incluir palos, troncos, frutos, semillas, y otros elementos. Estos elementos se pueden primero trocear con cuchillas y luego triturar con el mecanismo de trituración (19) del mecanismo de pretratamiento (2). Como se explicó en el aparato (1), el mecanismo de trituración (19) puede ser un molino de cuchillas. En este caso, no es necesario trocear la biomasa (3) antes de triturarla.

De acuerdo con lo anterior, la biomasa (3) se puede triturar hasta obtener biomasa preprocesada (4) con tamaño de partícula menor a 1cm. Preferiblemente, la biomasa preprocesada (4) tiene un tamaño de partícula inferior a 5mm. Este tamaño permite un intercambio de masa apropiado con los nutrientes y aditivos (12) que permiten el crecimiento del hongo, en comparación con el uso de un tamaño de partícula mayor. Ahora bien, un tamaño de partícula inferior a los 5mm podría causar que la biomasa preprocesada (4) se compacte y forme grumos al procesarse con el

mecanismo homogeneizador (6), lo cual sería un desperdicio de energía, ya que lograr tamaños de partícula más reducidos involucra mayor consumo de potencia en el mecanismo de pretratamiento (2). Adicionalmente, esto evita el riesgo de que los intersticios y la permeabilidad del material no permitan el flujo apropiado del aire y agua, limitando la llegada de oxígeno y nutrientes y reduciendo la tasa de crecimiento del hongo, hasta inclusive poder deternerla.

En la etapa de preprocesar la biomasa (3), se puede recibir una biomasa (3) con alto contenido de líquidos y lixiviados generados por la descomposición de la biomasa (3). Preferiblemente, al menos una parte de los lixiviados se separan de la fase sólida de la biomasa (3) mediante el mecanismo de pretratamiento (2). Por ejemplo, la biomasa (3) se puede primero trocear, y luego compactar con un mecanismo de compactación, y posteriormente se tritura con el mecanismo de trituración (19). Alternativamente, cuando el mecanismo de trituración (19) es un molino de cuchillas, se puede triturar primero la biomasa (3) y luego pasar la biomasa triturada (20) a través de un mecanismo de tamizado (21) que separa la biomasa preprocesada (4) de los lixiviados. Los lixiviados a su vez son recolectados en el dispositivo de recolección de lixiviados (5), para luego poder ser extraídos del mecanismo de pretratamiento (2) para su posterior uso.

Esto permite mejorar el control del estado en el que la biomasa preprocesada (4) es utilizada como medio de cultivo, particularmente en el tamaño de la partícula y el contenido de humedad de la misma. Estos factores, al ser controlados, permiten el crecimiento más eficiente de los hongos al aumentar la posibilidad de que el flujo del aire así como la dispersión del agua entre las partículas y el contenido de humedad en las mismas sean más constantes y cercanos a los favorables.

En cualquiera de las modalidades del método, en la etapa de cultivar hongos en el dispositivo de cultivo (17), el medio de cultivo inoculado (11) se suministra a los recipientes (18). Los recipientes (18) pueden ser cualquiera de los recipientes (18) de cualquiera de las modalidades del aparato (1) aquí divulgado. El medio de cultivo inoculado (11) puede tener una profundidad mayor a 5cm. Preferiblemente, tiene una profundidad de entre 5cm y 15cm. Esta profundidad favorece el crecimiento del hongo y la conservación de humedad y concentración homogénea en el medio de cultivo inoculado (11).

Estos tipos de recipientes (18) y los rangos de sus profundidades permiten un mayor aprovechamiento de la altura del recipiente, lo que aumenta el volumen de medio de cultivo y por ende de productividad en masa de hongos obtenidos. Del mismo modo este rango de altura de los recipientes (18) reduce las complicaciones que pueden ocurrir por disminución gradual de oxígeno según aumenta la profundidad. Esta escasez ocurre por el incremento en la distancia entre las partículas que componen el medio de cultivo y la superficie de contacto con el aire. Así mismo es un factor que al ser más profundo el recipiente, se afecta la dispersión del agua de manera homogénea entre las partículas superiores de las inferiores, pudiendo generarse un desarrollo del micelio menos homogéneo y/o nulo en algunas partes del recipiente y/o en su totalidad y por ende menor o nulo aprovechamiento de la totalidad del sustrato, sea por escasez o exceso de oxígeno y/o agua.

Esta etapa puede tener una duración de múltiples días. La duración dependerá del tipo de cepa de hongo que se quiera cultivar, y de las condiciones de temperatura, humedad e iluminación que se seleccionen. Por ejemplo, el crecimiento de hongo puede tomar entre 15 y 25 días.

En las modalidades en las que el recipiente (18) tiene puerto de intercambio de líquidos (27), el método puede incluir subetapas de, monitorear, con un sensor de humedad, la humedad del medio de cultivo inoculado (11), y suministrar una sustancia seleccionadas entre agua, lixiviados, aditivos (12) y combinaciones de los mismos, al medio de cultivo inoculado (11), de acuerdo con un dato de humedad obtenido durante la etapa de monitoreo.

Similarmente, en las modalidades en las que el recipiente (18) tiene elemento de intercambio de gases (28), el método puede incluir subetapas de, monitorear, con un sensor de gases, la concentración de al menos un tipo de gas en el recipiente (18), y accionar el elemento de intercambio de gases (28) si en la etapa de monitoreo se obtiene un dato de concentración superior a un umbral predeterminado. Por ejemplo, si el gas medido es CO_2, o etileno, esto permite reducir liberar parte de estos gases y permitir el ingreso de aire fresco.

También, en las modalidades en que se usa un recipiente (18) con elemento de iluminación (26), el método puede incluir una etapa iluminar el medio de cultivo inoculado (11) de acuerdo con un

calendario de iluminación predeterminado. Esto permite adaptar la exposición lumínica, atendiendo a los requerimientos específicos de la cepa de hongo cultivada. Esto permite influir en los procesos fotosintéticos y fotomorfogénicos que inciden en el desarrollo y rendimiento del hongo.

Ejemplos

Ejemplo 1: Mecanismo homogeneizador

En un primer ejemplo del mecanismo homogeneizador (6), este tiene un recipiente (8) de 0,15 m^3 de capacidad volumétrica, con una sección transversal semicircular una tapa (37) abatible que cierra la segunda entrada (30). El recipiente (8) es de acero inoxidable AISI 304. El recipiente (8) además tiene una primera entrada (29) que es una tubería la primera entrada (29) puede ser una tubería que se extiende desde afuera del recipiente (8) hacia su interior. La tubería tiene tubos abiertos (39) distribuidos a lo largo de la misma.

El intercambiador de calor (10) incluye una chaqueta (23) que rodea parcialmente el recipiente (8). La chaqueta (23) llega hasta una altura cercana a la segunda entrada (30). La chaqueta (23) se conecta a un circuito de fluidos (32) que tiene un tanque (33), una bomba (34), y tuberías que conectan la chaqueta (23) con el intercambiador de calor (35) y la bomba (34). En este ejemplo, el intercambiador de calor (35) se dispone dentro del tanque (33), y tiene una tubería que se conecta a un dispositivo de calentamiento (26), que en este ejemplo es una caldera.

El mecanismo de agitación (9) tiene un mezclador de sólidos (7) que tiene un eje (38) montado sobre chumaceras (40). Al eje (38) se conectan unos elementos de agitación (45), que en este ejemplo son paletas helicoidales que forman dos espirales con ángulos de giro opuestos entre sí.

El eje (38) se conecta a un mecanismo de transmisión (41), que a su vez, se conecta a un motor (43) eléctrico.

Ejemplo 2: Mecanismo homogeneizador con calentador eléctrico

En un segundo ejemplo del mecanismo homogeneizador (6) se reemplazó la caldera del ejemplo 1 por un calentador eléctrico que se dispone dentro del tanque (33).

Ejemplo 3: Mecanismo homogeneizador con calentador eléctrico incorporado

En un tercer ejemplo del mecanismo homogeneizador (6), el intercambiador de calor (10) es un calentador eléctrico que incluye una pluralidad de resistencias eléctricas conectadas a una pared externa del recipiente (8). En este ejemplo, se eliminó el circuito de fluidos (32) y sus componentes.

Ejemplo 4: Mecanismo homogeneizador con suministro de agua fría

En un cuarto ejemplo del mecanismo homogeneizador (6), se modificó el mecanismo homogeneizador (6) del ejemplo 1, y se conectó circuito de fluidos (32) una válvula de admisión que permite el ingreso de agua líquida fría hacia la bomba (34), para luego ser suministrada la chaqueta (23).

Ejemplo 5: Mecanismo homogeneizador de doble tornillo

En un quinto ejemplo del mecanismo homogeneizador (6) se modificó el mecanismo homogeneizador (6) del ejemplo 1, de manera que el mecanismo de agitación (9) tiene dos mezcladores de sólidos (7) gemelos conectados al mecanismo de transmisión (41), de manera que configuran un mezclador de doble tornillo.

Ejemplo 5: Aparato para cultivo de hongos

En un primer ejemplo del aparato (1), se usó el mecanismo homogeneizador (6) del ejemplo (1 en combinación con un mecanismo de pretratamiento (2) que incluye un mecanismo de trituración (19) que recibe la biomasa (3) y obtiene una biomasa triturada (20) y un mecanismo de tamizado (21) que recibe la biomasa triturada (20) y obtiene la biomasa preprocesada (4), donde

el mecanismo de tamizado (21) incluye una salida de líquidos (22) conectada al dispositivo de recolección (5) de lixiviados. El mecanismo de trituración (19) es un molino de cuchillas. Por su parte, el dispositivo de cultivo (17) incluye una estantería en la que se dispone una pluralidad de recipientes (8).

Ejemplo 6: Método para producción de hongos

Una vez dispuesto el medio de cultivo en los recipientes (18), estos son colocados en unas repisas. En este espacio, el recipiente (18) recibirá agua y aire.

Durante 21 días los recipientes permanecen en oscuridad. A partir del día 21 se prenden las luces que generan entre 45 y 55 lumens y por 8 días se cosecharán los cuerpos fructíferos que emerjan. Acto seguido se permite descansar al medio de cultivo en oscuridad durante 8 días en los que la irrigación de aire y agua permanecen constantes hasta esos rangos descritos. Se procede a prender las luces nuevamente por 8 días para una segunda cosecha.

Se puede repetir el ciclo de descanso de 8 días y cosecha de 8 días otras dos veces más, lo que representa hasta 4 cosechas que, sumando el periodo inicial de 21 días, suman un total de 54 días. Se proyecta un porcentaje de conversión de medio de cultivo a hongos cosechables de hasta 16%, 12%, 8% y 4% respectivamente desde la primera a última cosecha. El rango de temperatura constante durante todo el proceso puede fluctuar de 8 C a 40 C, siendo el rango de 18 C a 25 C preferido, y es controlado por la temperatura que el aire y el agua introducen constantemente a los recipientes.

Se debe entender que la invención aquí reivindicada no se limita a las modalidades aquí divulgadas e ilustradas, pues como lo entenderá una persona medianamente versada en el arte, existen posibles variaciones y modificaciones posibles que no se alejan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.