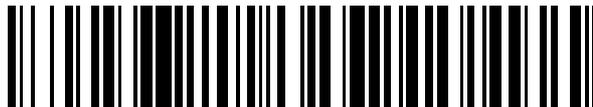


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 663 423**

51 Int. Cl.:

C05F 17/00	(2006.01)
B09B 3/00	(2006.01)
C02F 11/02	(2006.01)
C02F 11/08	(2006.01)
C02F 11/10	(2006.01)
C05F 3/00	(2006.01)
C05F 9/00	(2006.01)
C10L 5/42	(2006.01)
C05F 17/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2009 PCT/JP2009/055938**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **15.10.2009 WO09125670**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2009 E 09730943 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2275394**

54 Título: **Método de tratamiento de residuos orgánicos y método de utilización de energía térmica**

30 Prioridad:

08.04.2008 JP 2008099985

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

12.04.2018

73 Titular/es:

**TANIGURO, KATSUMORI (100.0%)
1100, Shiobara Nasushiobara-shi
Tochigi 329-2921, JP**

72 Inventor/es:

IWABUCHI, KAZUNORI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 663 423 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método de tratamiento de residuos orgánicos y método de utilización de energía térmica

Campo de la invención

5 La presente invención versa sobre un método para el tratamiento reactivo de residuos orgánicos. En particular, la presente invención versa sobre un método para el tratamiento reactivo de residuos orgánicos para permitir introducir fácilmente oxígeno en el interior de los residuos orgánicos —en los que es difícil que penetre el oxígeno cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie y por lo cual es difícil que se produzca una reacción bioquímica por microbios— y lograr, mediante autocalentamiento, el compostaje, la reducción de volumen y similares. Además, la presente invención versa sobre un método de utilización del autocalentamiento generado por el método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos como una fuente de calor.

Técnica antecedente

15 Con el creciente reconocimiento del uso del reciclado de recursos biológicos, muchos tipos de residuos orgánicos han sido compostados recientemente y devueltos a la tierra como recurso. A menudo, los residuos alimentarios, tales como excrementos (desechos) de ganado y restos de comida (en lo sucesivo, estos son denominados colectivamente “excrementos (desechos) de ganado y similares”) —siendo los excrementos (desechos) de ganado los que más previsiblemente sean convertidos en abono y/o utilizados como recurso—, tienen mucha humedad, o se encuentran en lo que se denomina estado pastoso, en el momento de su generación. Para tales excrementos (desechos) de ganado y similares, hay dificultades, tales como que apenas entra oxígeno en los excrementos (desechos) de ganado y similares debido a su estado pastoso, por lo que es difícil que se produzca una reacción bioquímica por la degradación microbiana ordinaria, y que es difícil que los excrementos (desechos) de ganado y similares se conviertan en abono. En consecuencia, convencionalmente, se ha adaptado un método que reduce la proporción de contenido de agua para introducir el oxígeno en el interior de los excrementos (desechos) de ganado.

25 Como uno de los medios de reducir la proporción de contenido de agua, hay un método para aportar energía térmica, aireación y similares a los residuos orgánicos. Sin embargo, tal método no es realista, debido al problema del coste. Además, como medio adicional, en el caso de los excrementos (desechos) de ganado, hay, por ejemplo, un método para mezclar subproductos agrícolas —tales como serrín, paja de arroz, cascarilla de arroz y similares— con los residuos orgánicos. Este método reduce la humedad contenida en los residuos orgánicos y, en consecuencia, facilita el flujo de aire para promover la reacción bioquímica por degradación microbiana. Sin embargo, los subproductos agrícolas pueden ser difíciles de obtener en algunas regiones, o el coste de obtención de los subproductos agrícolas puede aumentar. Además, incluso cuando se pueden obtener los subproductos agrícolas, el coste puede aumentar más debido al tratamiento adicional de los subproductos agrícolas. Además, en este método, existe la dificultad de que la mezcla de tales subproductos agrícolas provoca un incremento en los costes, ya que se incrementa la cantidad total de tratamiento.

35 El siguiente Documento 1 de patente propone un método para el reciclado de residuos calentando y agitando los excrementos (desechos) de ganado y similares en un recipiente para convertir los residuos en abono. Sin embargo, también en este método, la proporción de contenido de agua precisa ser reducida aportando la energía térmica y similares, de forma similar a los expuestos anteriormente, a los residuos orgánicos que tienen una proporción de elevado contenido de agua y, así, sigue habiendo un problema en términos de coste.

Documento de la técnica anterior

40 [Documento de patente]: Solicitud de patente japonesa en trámite nº 2003-171195.

45 Por una parte, se ha considerado reducir el volumen de los residuos orgánicos y su devolución a la tierra sin su conversión en abono y la utilización de los residuos orgánicos como recurso. Sin embargo, incluso en ese caso, debe disminuirse la proporción de contenido de agua para los residuos orgánicos en estado pastoso. Esto da como resultado un problema similar al anterior. Además, si la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en estado pastoso es simplemente disminuida y se deseca, no se produce la reacción de conversión de los residuos en abono por la degradación microbiana. Por lo tanto, los residuos orgánicos desecados volverían a convertirse en los residuos orgánicos originales en estado pastoso si fueran devueltos a la tierra. Además, en este método, no se puede incurrir en costes para un tratamiento de aguas fecales similar a los de los excrementos humanos.

50 El documento WO 2005/063946 A1 da a conocer un método y un aparato para el tratamiento de residuos orgánicos mezclados sólidos para producir combustible o abono orgánico, siendo tratado el material de desecho en un digestor aeróbico giratorio, en el que son digeridos en la fase termófila a una temperatura en el intervalo de 60-75°C, manteniéndose el contenido en oxígeno del gas en contacto con el material que está siendo tratado a un nivel por encima del 5% en volumen, para producir un material tratado que tiene un nivel de humedad que no supera el 45% en peso, más preferentemente que no supera el 35% en peso, y siendo lo más preferible que no supere el 25% en peso. El material tratado puede ser secado posteriormente sobre un suelo de secado para proporcionar un producto estable. Los residuos que tienen un nivel elevado de humedad, tales como residuos domésticos, son mezclados en una mezcladora con residuos que tienen un menor nivel de humedad, tales como residuos comerciales, para

proporcionar un control de las propiedades de los residuos que están siendo tratados y del producto obtenido. Los residuos orgánicos mezclados sólidos tratados provenientes del digestor aeróbico también pueden ser pirolizados y, opcionalmente, gasificados de forma subsiguiente.

5 El documento WO 2002/034694 A1 da a conocer un método y un aparato para la aireación de material orgánico, en los que el material orgánico experimenta un proceso aeróbico de compostaje en el que se hace que el aire penetre homogéneamente en el material orgánico. El material orgánico empieza siendo cerrado herméticamente en una vasija. A continuación, se suministra aire al contenido de la vasija, de modo que en la vasija se mantenga una presión de aire entre aproximadamente 1 y aproximadamente 1000 kPa por encima de la presión atmosférica. Inicialmente se forma un diferencial de presión y luego se permite que se equilibre en el transcurso de un periodo de tiempo, tiempo en el cual el aire fluye de áreas de alta presión a áreas de baja presión en el material orgánico garantizando así que la aireación es distribuida de manera homogénea por todo el material orgánico.

10 El documento WO 2001/010796 A1 da a conocer un método y un sistema de compostaje para descomponer material de desecho que incluye una dársena de compostaje adaptada para recibir el material de desecho. Hay un miembro de transporte que se extiende al interior de la dársena de compostaje y que está adaptado para recibir el material de desecho sobre el mismo. El miembro de transporte es amovible con respecto a la dársena para transportar material de desecho a lo largo de la dársena. El sistema de compostaje incluye, además, un sistema de distribución de fluido que tiene al menos un miembro de inyección de fluido adaptado para extenderlo al interior del material de desecho. El al menos un miembro de inyección de fluido es fijable de forma amovible a la dársena, de modo que el al menos un miembro de inyección de fluido tenga al menos una abertura para introducir fluido en el material de desecho.

15 El documento US 6.699.708 B1 da a conocer un procedimiento de tratamiento de una mezcla de sustancias que contienen constituyentes estructurados y materia orgánica, y un dispositivo para llevar a cabo este procedimiento. Según el procedimiento descrito, la mezcla de sustancias es sometida a una aplicación de fuerza de tipo pulsátil o periódica, para que pueda evitarse la formación de canales de flujo para un fluido lixiviante o un aire de tratamiento en un material a granel.

25 **Divulgación de la invención**

Problemas resueltos por la invención

30 Se proporciona la presente invención para resolver los problemas expuestos anteriormente. Un objeto de la invención es proporcionar un método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos que efectivamente logra el compostaje y la reducción de volumen de los residuos orgánicos que tienen una proporción de elevado contenido de agua, acelerando la degradación microbiana, sin secar los residuos orgánicos mediante la energía térmica o la aireación convencionales, o sin mezclar subproductos agrícolas, tales como serrín.

Además, otro objeto de la invención es proporcionar un método de utilización efectiva del calor generado por tal método y tal aparato para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos.

Medios para la resolución de los problemas

35 En el proceso de investigación de métodos y aparatos para el tratamiento reactivo efectivo de residuos orgánicos que tienen mucho contenido en agua que permiten el compostaje y la reutilización de los residuos orgánicos o el tratamiento de los residuos orgánicos reduciendo el volumen de los residuos orgánicos, el inventor de esta solicitud descubrió que el compostaje de residuos orgánicos puede realizarse acelerando la reacción bioquímica por degradación microbiana si se suministra oxígeno de manera efectiva a los residuos orgánicos, incluso cuando los residuos orgánicos están en el estado pastoso con una proporción de elevado contenido de agua. Con investigaciones adicionales, el inventor descubrió que la temperatura de los residuos orgánicos aumenta sorprendentemente hasta 100°C y más, hasta 200°C, que superan la temperatura a la que termina el autocalentamiento por degradación microbiana (alrededor de aproximadamente 70°C). También se descubrió que se producen un aumento similar de temperatura cuando residuos orgánicos con una proporción de bajo contenido de agua son puestos en una atmósfera específica. Estos descubrimientos se obtuvieron en función del conocimiento del inventor, y se proponen las invenciones relativas a los siguientes aspectos primero a tercero.

La presente invención proporciona un método para la eliminación de residuos orgánicos según se reivindica en la reivindicación 1.

50 El método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos según la presente invención para resolver los problemas anteriormente expuestos logra la reducción de volumen y la eliminación de los residuos orgánicos particularmente en un estado pastoso. El quid es un método para el tratamiento reactivo de residuos orgánicos — en los que es difícil que penetre el oxígeno y en los que es difícil que se produzca una reacción bioquímica por microbios cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie— que comprende: una primera etapa de reacción que suministra oxígeno de manera forzada al interior de residuos orgánicos, aumenta, por la reacción bioquímica la temperatura interna de los residuos orgánicos a cuyo interior se suministra el oxígeno, y mantiene la temperatura incrementada para continuar la reacción bioquímica y convertir los residuos orgánicos en abono; y una segunda etapa de reacción que provoca una reacción exotérmica al poner los residuos orgánicos, después de la primera

etapa de reacción, en presencia de oxígeno y monóxido de carbono y reduce el volumen de los residuos orgánicos y/o carboniza los residuos orgánicos.

Según la presente invención, como segunda etapa de reacción tras la primera etapa de reacción, que es el método de tratamiento reactivo bosquejado anteriormente, la temperatura, sorprendentemente, puede aumentar por encima de la temperatura (alrededor de aproximadamente 70°C) a la que termina el autocalentamiento y hasta 100°C y 200°C, colocando los residuos orgánicos en presencia de oxígeno y monóxido de carbono y provocando una reacción química. En consecuencia, los residuos orgánicos pueden ser suficientemente compostados, y el volumen de los residuos orgánicos puede ser reducido por secado. Además, mediante el mayor incremento de temperatura, los residuos orgánicos pueden ser carbonizados, y puede lograr la reducción del volumen a bajo coste. Según el método de tratamiento reactivo de la presente invención, dado que los residuos orgánicos pueden ser secados y carbonizados mientras son suficientemente compostados, los residuos orgánicos no vuelven al estado pastoso original, como sucede convencionalmente, ni siquiera cuando son vertidos nuevamente en la tierra.

En el método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos según la invención, los residuos orgánicos — en los que es difícil que penetre el oxígeno y en los que es difícil que se produzca una reacción bioquímica por microbios cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie— son excrementos (desechos) de ganado o un producto de residuo agrícola, que en conjunto o localmente tienen una proporción de contenido de agua del 80% o mayor, o un producto de residuo alimentario, que en conjunto o localmente tiene una proporción de contenido de agua del 40% o mayor.

La frase “los residuos orgánicos —en los que es difícil que penetre el oxígeno cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie y en lo que es difícil que se produzca una reacción bioquímica por microbios—” indica residuos orgánicos que han llegado a estar en un estado pastoso, de modo que su permeabilidad al aire es baja. Más específicamente, cuando los residuos orgánicos son excrementos (desechos) de ganado o un producto de residuo agrícola, su proporción de contenido de agua es, en conjunto, el 80% o mayor, o localmente el 80% o mayor, aunque su proporción de contenido de agua, en conjunto, no sea tan elevada. Cuando los residuos orgánicos son un producto de residuo alimentario, tal como restos de comida, su proporción de contenido de agua es, en conjunto, el 40% o mayor, o localmente el 40% o mayor, aunque su proporción de contenido de agua, en conjunto, no sea tan elevada. Estos residuos orgánicos están, por entero o localmente, en un estado pastoso, en el que es difícil que penetre el oxígeno cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie y en el que es difícil que se produzca la reacción bioquímica por microbios. Según la presente invención, aplicando el método de tratamiento reactivo de la presente invención, se acelera la reacción bioquímica por degradación microbiana en tales residuos orgánicos.

En el método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos según la invención, el suministro forzado de oxígeno en el interior de los residuos orgánicos se realiza poniendo los residuos orgánicos bajo una presión de aire, que incluye el oxígeno, ligeramente elevada e inyectando directamente el oxígeno en el interior de los residuos orgánicos.

Dado que se puede suministrar a la fuerza oxígeno al interior de los residuos orgánicos mediante los medios específicos de la presente invención, puede acelerarse la reacción bioquímica por degradación microbiana.

En el método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos según la invención, el valor de la presión ligeramente elevada es mayor que la presión atmosférica e igual o menor que 1,52 MPa.

Según la presente invención, en el intervalo de presiones descrito anteriormente, el oxígeno puede ser suministrado de manera forzada en los residuos orgánicos. Por lo tanto, puede lograrse el compostaje de los residuos orgánicos sin usar un costoso recipiente a presión o similar.

En el método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos según la invención, la segunda etapa de reacción se lleva a cabo en una condición en la que la temperatura de los residuos orgánicos es, al menos, igual o mayor que 55°C, el monóxido de carbono se origina de los residuos orgánicos después de la primera etapa de reacción, y la concentración del monóxido de carbono es igual o mayor que 100 ppm.

Según la presente invención, la segunda etapa de reacción puede desarrollarse fácil y eficientemente en un entorno en el que la temperatura de los residuos orgánicos es, al menos, igual o mayor que 55°C, y en el que la concentración del monóxido de carbono generado en el triturador de residuos orgánicos después de la primera etapa de reacción es igual o mayor que 100 ppm. En consecuencia, la temperatura puede aumentar por encima de la temperatura (alrededor de aproximadamente 70°C) a la que termina el autocalentamiento por degradación microbiana y hasta una temperatura elevada, tal como 100°C y 200°C.

Un método para utilizar energía térmica para solucionar los problemas anteriormente expuestos utiliza el calor generado por la realización de la segunda etapa de reacción del método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos o utiliza el calor generado de la realización del método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos.

Efecto ventajoso de la invención

Según la presente invención, incluso cuando los residuos orgánicos se encuentran en el estado pastoso, en el que es difícil que el oxígeno penetre mientras los residuos orgánicos queden a la intemperie, y en el que es difícil que se produzcan reacciones bioquímicas por microbios, la reacción bioquímica de los residuos orgánicos puede ser acelerada y continuada suministrando de forma forzada el oxígeno al interior de los residuos orgánicos. Por lo tanto, pueden realizarse el compostaje y la utilización de los residuos orgánicos como recurso. Tal método de tratamiento reactivo es diferente de las técnicas convencionales que secan los residuos orgánicos mediante calentamiento o insuflando aire, o que mezclan subproductos agrícolas, tales como serrín. Este método de tratamiento reactivo permite que los residuos orgánicos tengan una proporción de elevado contenido de agua para acelerar la degradación microbiana y reducir su volumen por desecación.

Según la presente invención, como segunda etapa de reacción después de la primera etapa de reacción, que es el método de tratamiento reactivo según el primer aspecto, colocando los residuos orgánicos en presencia de oxígeno y monóxido de carbono y provocando una reacción química, la temperatura puede aumentar, sorprendentemente, por encima de la temperatura (alrededor de aproximadamente 70°C) a la que termina el autocalentamiento y hasta 100°C y 200°C. En consecuencia, los residuos orgánicos pueden ser suficientemente compostados, y el volumen de los residuos orgánicos puede ser reducido por secado. Además, por el mayor incremento de temperatura, los residuos orgánicos pueden ser carbonizados, y puede lograrse la reducción de volumen a bajo coste.

Según la presente invención, colocando los residuos orgánicos, en los que tiene lugar una reacción exotérmica en presencia de oxígeno y monóxido de carbono, a la temperatura y la concentración de monóxido de carbono gaseoso anteriormente expuestas, la reacción exotérmica puede ser acelerada de manera notable, y la temperatura puede aumentar hasta 100°C o 200°C. En consecuencia, los residuos orgánicos pueden ser suficientemente desecados, y puede reducirse el volumen de los residuos orgánicos. Además, por el aumento adicional de temperatura, los residuos orgánicos pueden ser carbonizados, y puede lograrse la reducción de volumen a bajo coste.

Según la presente invención, el aparato de tratamiento reactivo incluye un recipiente hermético y un dispositivo controlador de la presión. Por lo tanto, poniendo en el recipiente residuos orgánicos —en los que es difícil que penetre el oxígeno cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie y en los que es difícil que se produzca la reacción bioquímica por microbios— y presurizando el recipiente en el intervalo anteriormente expuesto después de cerrar herméticamente el recipiente, se puede suministrar oxígeno de manera forzada al interior de los residuos orgánicos. En consecuencia, se produce la reacción bioquímica por degradación microbiana en los residuos orgánicos, y pueden acelerarse, por ejemplo, el compostaje y la desecación de los residuos orgánicos. Dado que la presión controlada no es excesivamente elevada, no es necesario usar un costoso recipiente a presión.

Según el método de la presente invención para la utilización de la energía térmica, el calor generado en el método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos según la presente invención es utilizado como fuente de calor. Por lo tanto, la energía térmica puede ser usada de manera eficaz. En particular, utilizando la energía térmica como fuente de energía para un negocio de cría de ganado y similares, pueden ahorrarse costes de explotación, aumentando con ello la competitividad.

Mejor modo de implementación de la invención

La invención es explicada en detalle con base en las realizaciones que siguen. Las realizaciones que siguen son ejemplos preferentes de la invención, y la construcción de la invención no está limitada a las realizaciones.

La Fig. 1 es un gráfico que muestra relaciones de manera figurativa entre el tiempo y la temperatura dentro de un recipiente cuando se usan residuos orgánicos en el estado pastoso —en los cuales es difícil que penetre el oxígeno mientras los residuos orgánicos queden a la intemperie y en los cuales es difícil que se produzca la reacción bioquímica por degradación microbiana— y cuando se suministra oxígeno de manera forzada en el interior de los residuos orgánicos. El inventor descubrió los resultados durante el proceso de investigación de un método de tratamiento reactivo eficaz de residuos orgánicos que permite convertir en abono y reutilizar los residuos orgánicos en estado pastoso que tienen una proporción de elevado contenido de agua, y reducir el volumen de los residuos orgánicos y tratar los residuos orgánicos. Además, estos resultados muestran una “zona de reacción bioquímica” (primera etapa de reacción), en la que, cuando los residuos orgánicos que tienen una proporción de elevado contenido de agua son puestos en un recipiente hermético y cuando se incrementa ligeramente la presión, entra más oxígeno en los residuos orgánicos que cuando no se incrementa la presión, provocando el autocalentamiento para promover la degradación microbiana. Además, estos resultados muestran una “zona de reacción química” (segunda etapa de reacción), en la que la temperatura en el recipiente aumenta hasta 100°C y más, hasta 200°C, que superan la temperatura a la que termina el autocalentamiento por la degradación microbiana (alrededor de aproximadamente 70°C).

Método para el tratamiento reactivo de residuos orgánicos

El método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos según la presente invención puede clasificarse en tres tipos. El primer tipo es un método de tratamiento reactivo que usa el fenómeno de la zona de reacción bioquímica mostrado en la Fig. 1. El segundo tipo es un método de tratamiento reactivo que usa el fenómeno de la

zona de reacción bioquímica y el fenómeno de la zona de reacción química mostrado en la Fig. 1. El tercer tipo es un método de tratamiento reactivo que usa el fenómeno de la zona de reacción química mostrado en la Fig. 1.

El método es un método para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos —en los que es difícil que penetre oxígeno cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie, y en los que es difícil que se produzca la reacción bioquímica por microbios— acelerando la reacción bioquímica de los microbios. En particular, el primer método de tratamiento reactivo realiza eficazmente el compostaje y la utilización como recurso los residuos orgánicos y similares en el estado pastoso. Específicamente, el método es un método para aumentar la temperatura interna de los residuos orgánicos a los que se suministra oxígeno para continuar la reacción bioquímica al mantener la mayor temperatura, y convertir los residuos orgánicos en abono.

Excrementos (desechos) de ganado, excrementos (desechos), excrementos (desechos) humanos, residuos agrícolas, suspensiones espesas de aguas residuales, desperdicios alimentarios (restos de alimentos), tales como restos de comida, y similares, que pueden provocar la reacción bioquímica por degradación microbiana, son ejemplos de residuos orgánicos. Vacas, cerdos, caballos y similares son ejemplos de ganado. Específicamente, los residuos orgánicos —en los que es difícil que penetre el oxígeno cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie, y en los que es difícil que se produzca una reacción química por microbios— son el objeto del primer método de tratamiento reactivo. Además, el método es más eficaz para los residuos orgánicos que están por entero o localmente en el estado pastoso, de modo que su permeabilidad al aire es baja.

Cuando los residuos orgánicos son excrementos (desechos) de ganado, residuos agrícolas, y similares, que incluyen una cantidad significativa de fibra, la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en su conjunto es igual o mayor que el 80%, o localmente igual o mayor que el 80%, aunque la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en su conjunto sea baja. Dado que los residuos orgánicos que tienen tal proporción de elevado contenido de agua están en el estado pastoso, el oxígeno necesario para provocar la reacción bioquímica por microbios es difícil que entre en los residuos orgánicos desde su superficie en el estado pastoso. Por lo tanto, es difícil que se acelere la reacción bioquímica por microbios, y el aumento de la temperatura interna basado en la reacción bioquímica es bajo. En consecuencia, se requiere un largo periodo de tiempo para lo que se denomina compostaje. Sin embargo, según el primer método de tratamiento reactivo, dado que el oxígeno es suministrado de manera forzada al interior de los residuos orgánicos, la temperatura en el interior de los residuos orgánicos, en el que se suministra el oxígeno, aumenta rápidamente por la reacción bioquímica. Además, si el recipiente de reacción en el que se colocan los residuos orgánicos es cubierto por un material termoaislante para mantener la mayor temperatura, la reacción bioquímica activa puede continuar y, así, puede acelerarse el compostaje de los residuos orgánicos. Además, el método de tratamiento reactivo de la presente invención es más eficaz con los residuos orgánicos que tienen mayor proporción de contenido de agua. El método de tratamiento reactivo de la presente invención se utiliza en particular para residuos orgánicos que tienen una proporción de elevado contenido de agua, tal como igual o mayor que 83% u 87%.

Cuando la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en su conjunto o la proporción local de contenido de agua de los residuos orgánicos es inferior al 80%, el fenómeno de que sea difícil que el oxígeno entre en los residuos orgánicos se debilita de forma medible y, por lo tanto, disminuye la necesidad de suministrar de manera forzada el oxígeno al interior de los residuos orgánicos. El oxígeno entra en los residuos orgánicos incluso cuando los residuos orgánicos son los residuos orgánicos que quedan a la intemperie, y la temperatura aumenta gradualmente debido a la reacción bioquímica. En consecuencia, siendo la proporción de contenido de agua inferior al 80%, no es preciso usar necesariamente el medio exclusivo del primer método de tratamiento reactivo, que es suministrar de manera forzada oxígeno al interior de los residuos orgánicos. Sin embargo, puede ser usado desde el punto de vista de la aceleración de la reacción bioquímica.

Además, cuando los residuos orgánicos son desperdicios alimentarios, tales como restos de comida, la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en su conjunto es igual o mayor que el 40%, o localmente igual o mayor que el 40%, aunque la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en su conjunto sea baja. Si los residuos orgánicos incluyen una cantidad significativa de fibra, tales como los excrementos (desechos) de ganado, los residuos agrícolas, y similares presentados anteriormente, la proporción total o local de contenido de agua es igual o mayor que el 80%, y el triturador de residuos orgánicos llega a estar en el estado pastoso. Sin embargo, los restos de comida y similares que no incluyan una gran cantidad de fibra llegan a estar en el estado pastoso por debajo del 80%, y normalmente tienden a ponerse en el estado pastoso al 40% o más. Por lo tanto, en el primer método de tratamiento reactivo, incluso teniendo los desperdicios alimentarios en el estado pastoso tal proporción de contenido de agua, la temperatura interna puede ser elevada rápidamente suministrando oxígeno de manera forzada dentro de los desperdicios alimentarios y provocando la reacción bioquímica. Por lo tanto, se acelera más el compostaje de los residuos orgánicos.

La expresión “en su conjunto” con respecto a la proporción de contenido de agua indica una proporción en la que la humedad está incluida en los residuos orgánicos por igual o relativamente por igual. En cambio, “localmente” con respecto a la proporción de contenido de agua indica un caso en el que la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en su conjunto es inferior al 80% (para excrementos de ganado y similares) o inferior al 40% (para desperdicios alimentarios tales como restos de comida), pero la de los residuos orgánicos localmente incluye

partes en el estado pastoso, siendo la proporción de contenido de agua igual o mayor que el 80% o el 40%, respectivamente.

5 La medición de la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en su conjunto puede ser evaluada obteniendo una cantidad predeterminada de una muestra de los residuos orgánicos y llevando a cabo una medición de la masa de la muestra antes y después de secar la muestra. En cambio, la proporción local de contenido de agua de los residuos orgánicos puede ser evaluada obteniendo una pequeña cantidad de una muestra local de los residuos orgánicos y llevando a cabo una medición de la masa de la muestra antes y después de secar la muestra.

10 El suministro de oxígeno en el interior de los residuos orgánicos se logra de manera forzada. Por medio de tal suministro forzado [del oxígeno], la reacción bioquímica se acelera en los residuos orgánicos en los que es difícil que el oxígeno penetre. El oxígeno que ha de ser suministrado puede ser gas oxígeno o una mezcla gaseosa de oxígeno y otro gas. Normalmente, se usa aire genérico, que incluye aproximadamente un 20% de oxígeno.

Ejemplos detallados del medio para el suministro forzado de oxígeno pueden ser colocar los residuos orgánicos en un interno de aire, que incluye oxígeno, ligeramente comprimido, inyectar directamente el oxígeno en el interior de los residuos orgánicos, y similares.

15 El medio anteriormente expuesto de suministro de oxígeno proporciona el entorno de aire ligeramente comprimido colocando los residuos orgánicos en un recipiente hermético cuya presión puede ser incrementada e inyectando aire en el recipiente, según se muestra en la Fig. 2. En este medio, la presión en el recipiente es, preferentemente, mayor que la presión atmosférica (101,33 kPa) e igual o menor que 1,52 MPa. En tal intervalo de presiones, el oxígeno puede ser fácilmente introducido en los residuos orgánicos. Además, no es preciso usar un costoso recipiente a presión o similar. Además, para un suministro más eficaz de oxígeno, la presión en el recipiente es, preferentemente, igual o mayor que 202,65 kPa e igual o menor que 1,01 MPa. Desde el punto de vista de un recipiente económico, la presión es, preferentemente, igual o mayor que 202,65 kPa e igual o menor que 506,63 kPa.

25 En cambio, para este medio de suministro de oxígeno, puede usarse un recipiente hermético o un recipiente abierto. Este medio coloca los residuos orgánicos en el recipiente y suministra directamente el oxígeno. Más específicamente, este medio puede hacer discurrir varios tubos al interior de los residuos orgánicos e inyectar aire (oxígeno) en el tubo para suministrar el oxígeno al interior de los residuos orgánicos. Con el mismo concepto, pueden usarse otras formas estructurales.

30 En un gas que incluya oxígeno, se produce una reacción bioquímica debido a la degradación orgánica por microbios en los residuos orgánicos. Esta reacción bioquímica genera calor metabólico y, por ello, la temperatura de los residuos orgánicos aumenta hasta alrededor de aproximadamente 70°C. En el primer método de tratamiento reactivo, dado que el oxígeno es suministrado de manera forzada a residuos orgánicos en el estado pastoso —en el que es difícil que el oxígeno penetre en el interior de los residuos orgánicos si los residuos orgánicos quedan a la intemperie y es difícil que se produzca la reacción bioquímica por microbios—, la temperatura aumenta, ya que la reacción bioquímica se acelera, y la proporción de contenido de agua cambia hasta una condición de humedad apropiada debido a la evaporación de la humedad, por lo que se acelera más la degradación orgánica por microbios, dando como resultado que se aceleren el compostaje y similares.

35 Además, según este método de tratamiento reactivo, la reacción bioquímica por microbios tiene lugar con la presencia de oxígeno en los residuos orgánicos. Usando el recipiente hermético, se hace posible la captura del amonio generado de manera resultante por la degradación microbiana. Por lo tanto, se hacen posibles medidas eficaces desodorantes, y puede reducirse la contaminación olfativa al medio ambiente que está a menudo asociada con el tratamiento reactivo de residuos orgánicos.

45 Según se ha expuesto anteriormente, según el primer método de tratamiento reactivo, incluso con los residuos orgánicos en el estado pastoso —en el que es difícil que el oxígeno penetre en el interior de los residuos orgánicos si los residuos orgánicos quedan a la intemperie y en el cual es difícil que se produzca la reacción bioquímica por microbios—, el oxígeno puede ser suministrado de manera forzada al interior de los residuos orgánicos. Por lo tanto, la reacción bioquímica de los residuos orgánicos puede ser acelerada y mantenida, y pueden realizarse el compostaje y la utilización de los residuos orgánicos como recurso. Tal método de tratamiento reactivo es diferente de la técnica convencional, que seca la humedad mediante calor o aire insuflado o mezcla subproductos agrícolas, tales como serrín. El método de tratamiento reactivo puede lograr acelerar la degradación microbiana de los residuos orgánicos que tienen una proporción de elevado contenido de agua y el compostaje de los residuos orgánicos, implementando con ello una reducción del volumen de los residuos orgánicos por desecación.

50 El método incluye una primera etapa de reacción de compostaje y de utilización de los residuos orgánicos como recurso (especialmente de los que se encuentran en el estado pastoso) —siendo difícil, cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie, que el oxígeno penetre al interior y siendo difícil que se produzca la reacción bioquímica por microbios—, acelerando la reacción bioquímica, y una segunda etapa de reacción de reducción del volumen de los residuos orgánicos o de carbonización de los residuos orgánicos. Más específicamente, el método incluye una primera etapa de reacción, en la que se suministra oxígeno de manera forzada al interior de los residuos

orgánicos, aumentando, por la reacción bioquímica, la temperatura interna de los residuos orgánicos a los que se suministra oxígeno, y continuando la reacción bioquímica al mantener la mayor temperatura, y una segunda etapa de reacción, en la que se genera una reacción exotérmica colocando los residuos orgánicos después de la primera etapa de reacción bajo oxígeno y monóxido de carbono para reducir el volumen de los residuos orgánicos o carbonizar los residuos orgánicos.

La segunda etapa de reacción es una etapa en la que se produce una reacción después de la primera etapa de reacción. Es una etapa de reacción en la que los residuos orgánicos después de la primera etapa de reacción —es decir, después de ser deshechos por el primer método de tratamiento reactivo— son puestos bajo oxígeno y monóxido de carbono para provocar una reacción exotérmica, y en la que se reduce el volumen de los residuos orgánicos o los residuos orgánicos son carbonizados.

Es preciso que los residuos orgánicos usados en la segunda etapa de reacción se encuentren a 55°C o más en la primera etapa de reacción. Además, aunque la proporción de contenido de agua no está limitada en particular, debería ser igual o ligeramente menor que al principio de la primera etapa de reacción. Por ejemplo, la proporción de contenido de agua se encuentra a menudo en un intervalo aproximadamente igual o mayor que el 30% y menor del 80%.

El inventor descubrió que se genera calor en los residuos orgánicos colocando los residuos orgánicos bajo oxígeno y monóxido de carbono. La segunda etapa de reacción es una etapa para provocar la reacción exotérmica. En consecuencia, puede reducirse el volumen de los residuos orgánicos, o los residuos orgánicos pueden ser carbonizados.

Aunque los detalles de la reacción exotérmica no están suficientemente establecidos, se supone que la reacción es, al menos, una de una reacción exotérmica en la que el oxígeno reacciona con los residuos orgánicos para generar dióxido de carbono, una reacción exotérmica en la que el oxígeno reacciona con los residuos orgánicos para generar monóxido de carbono y una reacción exotérmica en la que el monóxido de carbono y el oxígeno reaccionan para generar dióxido de carbono.

La segunda etapa de reacción puede llevarse a cabo en un entorno hermético o en un entorno abierto al aire, siempre y cuando exista oxígeno de un nivel similar a al menos el del aire atmosférico. Si la primera etapa de reacción se lleva a cabo en un entorno hermético, la segunda etapa de reacción puede llevarse a cabo en el mismo entorno hermético usado para la primera etapa de reacción, o puede llevarse a cabo en el entorno abierto al aire. Si se satisfacen las condiciones reactivas para las etapas de reacción primera y segunda, estos entornos pueden invertirse.

Para la segunda etapa de reacción, es necesaria la existencia de monóxido de carbono. El monóxido de carbono es generado por una reacción incompleta del oxígeno con los residuos orgánicos obtenidos de la primera etapa de reacción. La concentración del monóxido de carbono generado es igual o mayor que 100 ppm. Siendo la concentración de monóxido de carbono igual o mayor que 100 ppm, la reacción exotérmica se vuelve activa en la segunda etapa de reacción, y la temperatura aumenta de forma notable. Por lo tanto, se aceleran la desecación y/o la carbonización de los residuos orgánicos. Siendo la concentración de monóxido de carbono menor que 100 ppm, la reacción exotérmica es ligeramente insuficiente, y la temperatura no aumenta tanto como en el caso de que la concentración sea igual o menor que 100 ppm. Por lo tanto, la aceleración de la desecación y/o la carbonización de los residuos orgánicos es más lenta.

El monóxido de carbono se genera por la reacción de los residuos orgánicos y el oxígeno. Sin embargo, solo es preciso incluir el monóxido de carbono en el recipiente en el que se realiza la segunda etapa de reacción. En tal caso, los residuos orgánicos se colocan, preferentemente, en el entorno hermético, en el que el monóxido de carbono no está abierto al aire.

Por otro lado, el monóxido de carbono generado en el interior de los residuos orgánicos apenas se libera al exterior de los residuos orgánicos. Por lo tanto, el monóxido de carbono puede provocar la reacción exotérmica, además, reaccionando con el oxígeno en el interior de los residuos orgánicos. Por lo tanto, en tal caso, los residuos orgánicos pueden ser colocados en el entorno abierto al aire. Los residuos orgánicos pueden estar, por supuesto, en el entorno hermético. La condición en la que el monóxido de carbono generado en el interior de los residuos orgánicos apenas se libera al exterior de los residuos orgánicos puede ser, por ejemplo, un caso en el que la permeabilidad en una parte del interior de los residuos orgánicos no sea suficiente y en el que se genere localmente el monóxido de carbono.

La temperatura de los residuos orgánicos en la segunda etapa de reacción es, preferentemente, al menos igual o mayor que 55°C, y, más preferentemente, igual o mayor que aproximadamente 70°C. La temperatura se vuelve particularmente importante cuando se pasa de la primera etapa de reacción a la segunda etapa de reacción. Es decir, en la primera etapa de reacción, la temperatura aumenta como consecuencia de la reacción bioquímica por microbios. Normalmente, la temperatura aumenta hasta alrededor de aproximadamente 70°C. Con la temperatura a alrededor de aproximadamente 70°C, la segunda etapa de reacción puede comenzar sin altibajos, y pueden producirse fácilmente la reacción exotérmica entre los residuos orgánicos y el oxígeno y/o el monóxido de carbono

y/o la reacción exotérmica entre el monóxido de carbono y el oxígeno. Además, incluso cuando no se alcanza la temperatura hasta tal nivel, siempre y cuando los residuos orgánicos se encuentren a una temperatura de al menos igual o mayor que 55°C, y siempre y cuando se suministren oxígeno y monóxido de carbono a los residuos orgánicos, se producen las reacciones exotérmicas anteriormente expuestas, y la temperatura aumenta. Por lo tanto, pueden producirse fácilmente reacciones exotérmicas adicionales.

El (periodo de) tiempo requerido para el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos depende del tipo y de las condiciones, tales como la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos en cuestión. Normalmente, el número de días necesarios para que la temperatura aumente hasta alrededor de aproximadamente 70°C según el primer método de tratamiento reactivo anteriormente expuesto o la primera etapa de reacción del segundo método de tratamiento reactivo puede ser aproximadamente igual o mayor que 0,5 días e igual o menor que 3 días. El número de días necesario para que la temperatura aumente hasta 100°C o 200°C, por ejemplo, según la segunda etapa de reacción del segundo método de tratamiento reactivo puede ser igual o mayor que 3 días e igual o menor que 14 días. Por lo tanto, dependiendo de la cantidad de los residuos orgánicos que han de eliminarse, es preferible que se usen varios recipientes de tratamiento reactivo y dispositivos de tratamiento reactivo expuestos posteriormente.

Según el método de tratamiento reactivo anteriormente expuesto, poniendo los residuos orgánicos en presencia de oxígeno y monóxido de carbono para provocar reacciones químicas, como segunda etapa de reacción que tiene lugar después de la primera etapa de reacción, que es el primer método de tratamiento reactivo, la temperatura puede ser elevada hasta 100°C o 200°C, lo que supera la temperatura (alrededor de aproximadamente 70°C) a la que terminar el autocalentamiento por degradación microbiana. En consecuencia, los residuos orgánicos pueden ser compostados suficientemente y secados adicionalmente, haciendo que el volumen de los residuos orgánicos se reduzca. Además, debido al mayor aumento de la temperatura, los residuos orgánicos pueden ser carbonizados. Por lo tanto, puede realizarse una reducción adicional de volumen a bajo coste con el método de tratamiento reactivo, dado que los residuos orgánicos son secados y/o carbonizados cuando están suficientemente compostados. Por lo tanto, incluso cuando los residuos orgánicos son vertidos nuevamente en la tierra, los residuos orgánicos no vuelven a su estado pastoso original, como ha venido produciéndose convencionalmente.

Además, más en particular, siendo la temperatura de los residuos orgánicos al menos igual o mayor que 55°C, y siendo la concentración del monóxido de carbono originado de los residuos orgánicos después de la primera etapa de reacción igual o mayor que 100 ppm, la segunda etapa de reacción puede ser acelerada fácil y eficazmente. En consecuencia, la temperatura puede superar fácilmente la temperatura (alrededor de aproximadamente 70°C) a la que termina el autocalentamiento por la degradación microbiana, y alcanzar una temperatura elevada, tal como 100°C o 200°C.

El método logra la reducción de volumen y el tratamiento reactivo de los residuos orgánicos, que no están limitados a los que se encuentran en el estado pastoso. En particular, el método reduce el volumen de los residuos orgánicos, o los carboniza, provocando la reacción exotérmica de los residuos orgánicos poniéndolos en presencia de oxígeno y monóxido de carbono y causando la reacción exotérmica ulterior de los residuos orgánicos a una temperatura al menos igual o mayor que 55°C poniéndolos en un entorno con monóxido de carbono de una concentración igual o mayor que 100 ppm.

Con el método de tratamiento reactivo, la proporción de contenido de agua de los residuos orgánicos se ignora, y no es preciso que los residuos orgánicos se encuentren en el estado pastoso. Por lo tanto, el método de tratamiento reactivo puede ser usado para residuos orgánicos que no sean deshechos por el primer método de tratamiento reactivo o por la segunda etapa de reacción del segundo método de tratamiento reactivo. Por ejemplo, el tercer método de tratamiento reactivo puede ser usado para los residuos orgánicos que han sido compostados. Además, el tercer método de tratamiento reactivo puede ser usado para residuos orgánicos formados por materiales de biomasa de tipo seco que tienen carbono por sustrato, tales como excrementos de vaca con una proporción de bajo contenido de agua, astillas y arroz integral. El método de tratamiento reactivo puede ser usado para compostar o carbonizar cualesquiera de estos residuos orgánicos. Es preferible que el monóxido de carbono se origine de estos residuos orgánicos.

Además, la temperatura de los residuos orgánicos o la concentración de monóxido de carbono según el tercer método de tratamiento reactivo son iguales que en la segunda etapa de reacción del segundo método de tratamiento reactivo. Por lo tanto, se omiten sus explicaciones.

Según se ha expuesto anteriormente, según el tercer método de tratamiento reactivo, poniendo los residuos orgánicos (material de biomasa) que han resultado en la reacción exotérmica en presencia de oxígeno y monóxido de carbono, en una concentración de gas de monóxido de carbono a la temperatura anteriormente expuesta, la reacción exotérmica resultante es acelerada adicionalmente de manera notable, y la temperatura aumenta hasta 100°C o 200°C. En consecuencia, los residuos orgánicos (material de biomasa) pueden ser suficientemente secados, y su volumen puede reducirse. Además, los residuos orgánicos pueden ser carbonizados como consecuencia del mayor aumento de temperatura. Por lo tanto, puede lograrse a bajo coste la reducción de volumen. Además, según el método de tratamiento reactivo del tercer aspecto, dado que los residuos orgánicos

pueden ser secados y carbonizados suficientemente, los residuos orgánicos no vuelven a su estado pastoso original ni siquiera cuando son vertidos en la tierra.

(Dispositivo de tratamiento reactivo)

5 A continuación, se explica un dispositivo de tratamiento reactivo para los residuos orgánicos. La Fig. 2 es un diagrama estructural que muestra un ejemplo del dispositivo de tratamiento reactivo para los residuos orgánicos. El dispositivo de tratamiento reactivo mostrado en la Fig. 2 es un dispositivo que adapta el método de tratamiento reactivo de la presente invención expuesto anteriormente, que coloca los residuos orgánicos en un entorno hermético y mantiene tal entorno en un estado ligeramente comprimido. En particular, tal como se muestra en la Fig. 2, el dispositivo de tratamiento reactivo incluye un recipiente hermético 2 que permite recibir los residuos orgánicos, y un dispositivo controlador de la presión que puede controlar la presión del recipiente 2 por encima de la presión atmosférica e igual o menor que 1,52 MPa.

15 El recipiente es un recipiente que recibe los residuos orgánicos y mantiene una presión interna por encima de la presión atmosférica y, por ejemplo, igual o menor que 1,52 MPa. El recipiente 2 incluye una parte susceptible de apertura y cierre (no mostrada) de la cual se extraen los residuos orgánicos y en la cual son recibidos. La parte susceptible de apertura y cierre puede tener forma de tapa o forma de puerta. Su forma no está limitada en particular. El material del recipiente tampoco está limitado en particular. El material puede tener características anticorrosión contra los residuos orgánicos o ser un material termorresistente. Por ejemplo, el material puede ser acero inoxidable.

20 Es preferible que el recipiente esté dotado de un medidor de la concentración de monóxido de carbono y/o de un termómetro (no se muestra ninguno de los dos). El termómetro es útil para medir la temperatura en el momento de la reacción bioquímica y/o de la reacción química expuestas en el método de tratamiento reactivo de la presente invención y para comprobar el avance y similares de cada reacción. Además, el medidor de monóxido de carbono es útil para medir la concentración de monóxido de carbono en el momento de la reacción química expuesta en el método de tratamiento reactivo de la presente invención y para comprobar el avance y similares de la reacción química. Tales dispositivos de medición pueden ser productos comerciales y ser instalados en cualquier posición.

Además, es preferible que también se proporcione un medidor de presión (no mostrado). El medidor de presión mide la presión dentro del recipiente y puede ser usado para regular la presión en el recipiente 2.

30 El dispositivo controlador de la presión es un dispositivo para regular la presión dentro del recipiente 2 a un nivel predeterminado. El dispositivo 10 mostrado en la Fig. 2 incluye un tanque 1 de gas a alta presión, un tubo 3 de entrada de gas que conecta el tanque 1 y el recipiente 2, una primera válvula 4 que se proporciona en el tubo 3 de inyección de gas, el tanque 1 o el recipiente 2 y regula la cantidad de gas que ha de proporcionarse al interior del recipiente, un tubo 5 de escape de gas que expulsa el gas del interior del recipiente 2, y una segunda válvula 6 que se proporciona en el recipiente 2 o el tubo 5 de escape de gas y regula la cantidad de gas en el recipiente 2.

35 El tanque 1 de gas a alta presión puede ser un tanque con aire comprimido. La primera válvula 4 y la segunda válvula 6 pueden ser válvulas de paso controladas manualmente. Sin embargo, preferentemente, son válvulas controladas automáticamente accionadas en función de datos procedentes del medidor de presión. Controlando con precisión la presión en el recipiente 2, puede llevarse a cabo de manera estable la reacción de los residuos orgánicos.

40 El dispositivo 10 de tratamiento reactivo es un ejemplo del dispositivo de tratamiento reactivo para la presente invención y no está limitado a la forma estructural mostrada en la figura. El tanque 1 puede ser sustituido por un medio de aplicación de presión, tal como una bomba compresora de aire o un compresor. Además, en el tubo 3 de inyección de gas se puede proporcionar una válvula de retención de la presión (no mostrada) que impide que la presión del interior del recipiente experimente un reflujó hacia el tanque debido al aumento de presión causado por el incremento de la temperatura interna. Además, puede proporcionarse, preferentemente, una cámara termoaislante 7 alrededor del recipiente 2. La cámara termoaislante 7 mantiene la temperatura del recipiente 7 e impide que se ralenticen la velocidad de la reacción bioquímica por microbios en los residuos orgánicos en el recipiente en la primera etapa de reacción y la velocidad de la reacción química para la segunda etapa de reacción.

50 Según tal dispositivo 10 de tratamiento reactivo, dado que están incluidos un recipiente hermético y un dispositivo controlador de la presión, colocando los residuos orgánicos en el estado pastoso —en el que es difícil que el oxígeno penetre cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie, y en el que es difícil que se produzca la reacción bioquímica por microbios—, y aplicando la presión predeterminada después de cerrar herméticamente el recipiente, el oxígeno puede ser suministrado de manera forzada al interior de los residuos orgánicos. En consecuencia, la reacción bioquímica por la degradación microbiana tiene lugar en el interior de los residuos orgánicos, y el compostaje y la desecación de los residuos orgánicos, por ejemplo, pueden acelerarse. Dado que la presión que ha de controlarse no es particularmente elevada, no es preciso usar un costoso recipiente a presión. Por lo tanto, el dispositivo de tratamiento reactivo puede lograr el método de tratamiento reactivo anteriormente expuesto para los residuos orgánicos de manera simple y con bajo coste.

(Método de utilización de la energía térmica)

5 A continuación, se expone un método para la utilización de la energía térmica que utiliza el principio de generar calor durante la ejecución del método de tratamiento reactivo de la presente invención. El método para el uso de la energía térmica según la presente invención es un método para usar como fuente de calor el calor generado llevando a cabo la segunda etapa de reacción del método de tratamiento reactivo para los residuos orgánicos según la presente invención, o el calor generado llevando a cabo el método de tratamiento reactivo para los residuos orgánicos según la presente invención.

10 Este método para la utilización de la energía térmica usa el calor generado por la reacción química de los residuos orgánicos cuando son colocados bajo el oxígeno y el monóxido de carbono existentes a una temperatura igual o mayor que los grados predeterminados, lo que provoca que la temperatura aumente hasta una temperatura mayor, según la segunda etapa de reacción del segundo método de tratamiento reactivo o el tercer método de tratamiento reactivo.

15 Como método detallado para la utilización de la energía térmica, puede usarse un método que intercambia el calor del vapor de agua generado después de verter residuos orgánicos en el recipiente como fuente de calor. En este caso, puede usarse un intercambiador de calor. El intercambiador de calor puede ser proporcionado al recipiente directamente o a través de un tubo, de modo que se introduzca vapor a alta temperatura desde el recipiente y proporcionado externamente como fuente de calor del lado de alta temperatura.

20 Alternativamente, el método puede utilizar, para el enfriamiento y el calentamiento del aire, el vapor de agua generado tras el tratamiento reactivo de residuos orgánicos en el recipiente como fuente de calor para un agente enfriador.

25 Dado que lleva aproximadamente un tiempo igual o mayor que 3 días e igual o menor que 14 días que la temperatura de los residuos orgánicos aumente su temperatura hasta 100°C o 200°C; por ejemplo, en el caso en que el calor generado por la reacción química haya de usarse como fuente de calor, pueden proporcionarse varios dispositivos de tratamiento reactivo mostrados en la Fig. 2, y los dispositivos de tratamiento reactivo pueden ser accionados a medida que cambia secuencialmente el periodo de introducción de los residuos orgánicos, para que la fuente de calor pueda ser usada continuamente.

30 Para tal utilización, es preferible que se haga que el vapor enfriado por un intercambiador de calor vuelva a circular al interior del recipiente de tratamiento reactivo para reciclar la humedad. Al hacerlo, puede suprimirse la carbonización de los residuos orgánicos, y los residuos orgánicos pueden ser usados continuamente un tiempo relativamente prolongado como recurso térmico.

Ejemplos

35 La Fig. 3 es un gráfico que muestra cambios de temperatura en el Experimento 1 (ensayo de reacción a presión ligeramente elevada) y en el Experimento 2 (ensayo de reacción sin presión). En la Fig. 3, el símbolo A indica el ensayo de reacción a presión ligeramente elevada del Experimento 1, el símbolo B indica la reacción sin presión (compostaje + cierre hermético del reactor) del Experimento 2, y el símbolo C indica un punto de tiempo a aproximadamente 75°C, en el que el reactor se cerró herméticamente (compostaje) en el Experimento 2. En el ensayo de reacción a presión ligeramente elevada del Experimento 1, la temperatura aumentó linealmente desde aproximadamente 70°C hasta cerca de aproximadamente 90°C y luego aumentó exponencialmente. Además, en el ensayo de reacción sin presión del Experimento 2, la temperatura aumentó linealmente desde aproximadamente 40 75°C, a la que el reactor fue cerrado, hasta que terminó el ensayo. En ambos casos, la temperatura alcanzó aproximadamente 120°C, lo que no es posible con el compostaje convencional. Además, con un recipiente que resiste una temperatura elevada, se confirmó que la temperatura alcanzó 200°C en ambos casos, aunque el número de días necesarios para alcanzar la temperatura fue diferente.

(Resultado de la tasa de generación de calor)

45 En los Experimentos 1 y 2, los perfiles térmicos obtenidos fueron analizados para calcular la tasa de generación de calor. La Fig. 4 muestra el resultado del cálculo. En la Fig. 4, el símbolo A indica el ensayo de reacción a presión ligeramente elevada del Experimento 1, y el símbolo B indica la reacción sin presión (compostaje + cierre hermético del reactor) del Experimento 2. En ambos casos, se observaron picos de la tasa de generación de calor a aproximadamente 40°C y aproximadamente 60°C entre la temperatura normal hasta aproximadamente 70°C. Se entiende que estos son, ciertamente, los picos de actividad de los microbios de temperatura media y de los microbios de temperatura alta que se observan en el compostaje normal. Sin embargo, la actividad microbiana hasta aproximadamente 70°C es mayor en el ensayo de reacción sin presión.

55 Por otro lado, la reacción por encima de aproximadamente 70°C no es posible en el compostaje convencional y, por lo tanto, es improbable que la reacción fuera causada por microbios. A partir de esto, tanto en el ensayo de reacción a presión ligeramente elevada como en el ensayo de reacción sin presión, se aceleran dos tipos de reacciones en función del aumento de temperatura. Es decir, según se muestra en la Fig. 4, están la reacción entre la temperatura normal hasta cerca de aproximadamente 70°C (fase A) y la reacción que tiene lugar por encima de

aproximadamente 70°C (fase B). La reacción en la fase A es similar al compostaje. Como consecuencia del análisis de la degradación orgánica por microbios, se la entiende como una reacción bioquímica en la que se genera calor metabólico generado para aumentar la temperatura. Por otro lado, la reacción en la fase B no es observada en el compostaje convencional. Se entiende que la temperatura aumenta por una reacción química.

5 (Resultado del análisis de gases del Experimento 1)

La Fig. 5 es un gráfico que muestra cambios de temperaturas y de concentraciones de gases en el ensayo de reacción a presión ligeramente elevada del Experimento 1. Inmediatamente después del comienzo de la reacción, el oxígeno fue consumido por la actividad de los microbios, reduciendo con ello la concentración de oxígeno y aumentando la concentración de dióxido de carbono. A una temperatura cercana a aproximadamente 80°C, la concentración de oxígeno y la concentración de dióxido de carbono pasaron a estar en el mismo nivel. Sin embargo, por encima de aproximadamente 80°C, la concentración de oxígeno disminuyó, y la concentración de dióxido de carbono aumentó.

En cambio, la concentración de monóxido de carbono aumentó con el tiempo. El aumento del monóxido de carbono fue notable a una temperatura igual o mayor que aproximadamente 80°C. Se supone que la disminución de la concentración de oxígeno a una temperatura igual o mayor que aproximadamente 90°C se origina por el consumo de oxígeno por la reacción del carbono que forma la muestra (excrementos de vaca) y del oxígeno ($C + O_2 = CO_2 + 94,1 \text{ kcal}$, $C + \frac{1}{2}O_2 = CO + 26,4 \text{ kcal}$), y la reacción del monóxido de carbono y el oxígeno ($CO + \frac{1}{2}O_2 = CO_2 + 67,6 \text{ kcal}$). De modo similar, se supone que la concentración de dióxido de carbono aumentó por las reacciones recién expuestas. Además, dado que la anterior reacción es una reacción exotérmica, se supone que el aumento de temperatura en la fase B se origina a partir de cada una de tales reacciones químicas.

(Resultado del análisis de gases en el Experimento 2)

La Fig. 6 es un gráfico que muestra cambios de temperaturas y de concentraciones de gases durante el ensayo de reacción a presión del Experimento 2. De forma similar a la reacción a presión ligeramente elevada, la concentración de oxígeno disminuyó, y la concentración de dióxido de carbono aumentó inmediatamente después del comienzo de la reacción, como consecuencia de la actividad microbiana. Sin embargo, en el ensayo de reacción sin presión, se insufló aire en el reactor hasta que la temperatura alcanzó aproximadamente 75°C. Dado que esto no difiere de la reacción de compostaje convencional, la concentración de oxígeno que disminuyó una vez, volvió a aumentar, y la concentración de dióxido de carbono también aumentó. En cambio, con respecto a la concentración de monóxido de carbono, se expulsaron aproximadamente 10-50 ppm of monóxido de carbono incluso con la reacción de compostaje normal. Además, el amonio indicaba una concentración elevada de salida, siendo la temperatura aproximadamente 70°C o mayor.

Para la reacción sin presión, la temperatura máxima en el compostaje (fase A) es aproximadamente 75°C. A partir de este punto, se cerraron la abertura de la entrada de gas y la abertura de la salida de gas del reactor. Inmediatamente después, la concentración de oxígeno disminuyó rápidamente hasta el 6% o menos, que está en el intervalo de detección del tubo de detección de gas. En función de esto, se supone que la concentración de dióxido de carbono aumentó debido a una reacción química similar a la producida durante la reacción a presión ligeramente elevada. En cambio, el monóxido de carbono empezó a aumentar rápidamente después de cerrar herméticamente el reactor y aumentó hasta 1500 ppm a aproximadamente 100°C. Sin embargo, aunque la concentración de oxígeno cayó por debajo del límite de detección entre aproximadamente 80°C y aproximadamente 100°C, las concentraciones de monóxido de carbono y dióxido de carbono se volvieron considerablemente elevadas. Para que se generen monóxido de carbono y dióxido de carbono, se precisa oxígeno para que se enlace con el carbono o el dióxido de carbono. Sin embargo, dado que la concentración de oxígeno es sumamente baja, se supone que el oxígeno es proporcionado desde el componente de residuos orgánicos, aunque ello no ha sido probado.

En cuanto al mecanismo de aumento de la temperatura durante la reacción sin presión, de forma similar a la reacción a presión ligeramente elevada, se supone que la temperatura aumentó debido a una reacción bioquímica por microbios en la fase A entre la temperatura normal y aproximadamente 70°C, y que la alta temperatura que superaba aproximadamente los 70°C hasta aproximadamente 120°C era debida a una reacción química de $C + O_2 = CO_2 + 94,1 \text{ kcal}$, $C + \frac{1}{2}O_2 = CO + 26,4 \text{ kcal}$, y $CO + \frac{1}{2}O_2 = CO_2 + 67,6 \text{ kcal}$. Además, se confirmó que la temperatura aumenta hasta una temperatura sumamente alta con independencia de la existencia de la presión. Sin embargo, en la reacción sin presión, el aumento de temperatura en la fase B fue lineal, y la temperatura y la tasa de generación de calor aumentaron exponencialmente a partir de aproximadamente 90°C con la presión ligeramente elevada. Por lo tanto, se supone que la presión contribuye al aumento exponencial de la temperatura por encima de aproximadamente 90°C.

(Estudio de los efectos del monóxido de carbono en la fase B)

La Fig. 7 es un gráfico que muestra resultados de cambios en la temperatura en el ensayo de reacción de gases con oxígeno y monóxido de carbono únicamente. Si la reacción en la fase B es originada por los gases — fundamentalmente, monóxido de carbono—, la temperatura debería aumentar al llenar un reactor vacío con solo aire y monóxido de carbono. Después de llenar el reactor con aire y monóxido de carbono y calentar el reactor de

manera forzada desde aproximadamente 60°C hasta aproximadamente 80°C, se confirmó que la temperatura aumentó bajo la presión normal y a una presión ligeramente elevada con solo el aire y el monóxido de carbono. Por supuesto, como referencia, la reacción a presión ligeramente elevada se llevó a cabo solo con aire, y la temperatura no aumentó. Sin embargo, después de realizar el ensayo mezclando el aire y “gas después de la reacción a presión ligeramente elevada usando excrementos (desechos) de vaca”, la temperatura aumentó cuando la concentración de monóxido de carbono era 100 ppm, pero la temperatura disminuyó cuando la concentración de monóxido de carbono era igual o menor que 25 ppm. Se observó que se precisa una concentración mínima de monóxido de carbono para aumentar la temperatura.

En cambio, en caso de llevar a cabo la reacción usando aire y monóxido de carbono desde la temperatura ambiente, no se observó el aumento de temperatura a la presión normal ni a la presión ligeramente elevada. Por lo tanto, se supone que se requiere cierta cantidad de temperatura para iniciar la reacción mediante el aire y el monóxido de carbono. A partir de estos, se demostró que la reacción en la fase B es una reacción química gaseosa, y que el monóxido de carbono está implicado en la reacción. Además, se hizo evidente que se precisa una temperatura y una concentración de monóxido de carbono mínimas para iniciar la reacción.

(Reacción a presión ligeramente elevada de una biomasa de tipo seco)

La Fig. 8 es un gráfico que muestra cambios en temperatura cuando la reacción se lleva a cabo a presión ligeramente elevada después de calentar excrementos de vaca desecados entre aproximadamente 50°C y aproximadamente 70°C. Cuando se inició la reacción a presión ligeramente elevada a partir de 70°C, la temperatura aumentó incluso cuando la proporción de contenido de agua era 0% b.h. Por lo tanto, se confirmó que la proporción de contenido de agua de la muestra no está implicada en la reacción gaseosa en la fase B. Por otro lado, en el caso de una referencia (proporción de contenido de agua: 69,5% b.h.) para la cual la reacción a presión ligeramente elevada fue iniciada a presión normal, la temperatura disminuyó. Se considera que el monóxido de carbono necesario para la reacción de aumento de la temperatura no es suficientemente expulsado a la presión normal. Por lo tanto, se supuso que la presión tiene el efecto de provocar que el monóxido de carbono sea fácilmente generado de la muestra que es el sustrato.

Además, también se confirmó el aumento en temperatura cuando la temperatura inicial para el ensayo de reacción a presión ligeramente elevada es fijada a 55°C. Sin embargo, el aumento en temperatura no se confirmó cuando el ensayo de reacción a presión ligeramente elevada se inició a partir de 50°C. Por lo tanto, se considera que la reacción química por el gas, fundamentalmente de monóxido de carbono en la fase B, se inicia a al menos 55°C o más.

La Fig. 9 es un gráfico que muestra cambios en temperatura en la reacción a presión ligeramente elevada usando biomasa de tipo seco (astillas, arroz integral) excluyendo excrementos de vaca. Cuando se llevó a cabo la reacción a presión ligeramente elevada a partir de aproximadamente 70°C, la temperatura aumentó tanto con las astillas como con el arroz integral. Esto quiere decir que la temperatura puede aumentar si existe una materia orgánica (que incluye C) que genere monóxido de carbono. Esto confirma que la reacción gaseosa en la fase B comienza a una temperatura igual o mayor que 55°C, similar a la de los excrementos de vaca desecados.

(Degradación de la materia orgánica en la fase B)

La Tabla 1 muestra cambios en la proporción de VM (proporción del contenido de materia orgánica) antes y después de la reacción gaseosa en la fase B. En la fase B, la proporción de VM antes y después de la reacción no cambia. Por lo tanto, no cabe esperar la degradación de la materia orgánica. Se entiende que la degradación de la materia orgánica en la reacción a presión ligeramente elevada que comienza a partir de la temperatura ambiente y la reacción sin presión es resultado fundamentalmente de la degradación microbiana en la fase A.

[Tabla 1]

Tabla 1 Cambios de la proporción de VM antes y después de la reacción

			Proporción de VM antes de la reacción, %	Proporción de VM tras la reacción, %
excrementos de vaca	0% b.h.	a partir de 55°C	86,2	85,9
excrementos de vaca	0% b.h.	a partir de 70°C	85,9	86,0
excrementos de vaca	7,1% b.h.	a partir de 70°C	86,1	85,6
excrementos de vaca	63,5% b.h.	a partir de 70°C	85,3	83,9
astillas	0,2% b.h.	a partir de 70°C	99,5	99,4
astillas	35,7% b.h.	a partir de 70°C	99,6	99,5
arroz integral	11,2% b.h.	a partir de 70°C	98,0	97,4

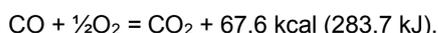
A partir de los resultados mostrados en las Figuras 3-9 y en la Tabla 1, pueden realizarse las siguientes afirmaciones.

5 (1) Se puede generar una elevada temperatura igual o mayor que 120°C (confirmado hasta aproximadamente 200°C) tanto en la reacción a presión ligeramente elevada como en la reacción sin presión (compostaje + reactor cerrado herméticamente).

(2) La temperatura aumentó siguiendo dos tipos de reacciones tanto en la reacción a presión ligeramente elevada como en la reacción sin presión.

La reacción 1 (fase A: temperatura ambiente, aproximadamente 70°C): una reacción bioquímica en la que se genera calor metabólico por la degradación de materia orgánica por microbios; y

10 La reacción 2 (fase B: a partir de aproximadamente 70°C): las siguientes reacciones gaseosas en las que está implicado el monóxido de carbono generado a partir de la materia orgánica:



15 (3) Se supone que la reacción gaseosa en la fase B se inicia con una concentración de monóxido de carbono igual o mayor que 50 ppm y una temperatura igual o mayor que 55°C. Sin embargo, cuando se espera la generación de calor por microbios, es más eficaz utilizar, para el aumento de temperatura hasta 70°C, una reacción bioquímica por microbios que produzca una cantidad mayor de calor.

20 (4) La reacción gaseosa en la fase B puede aumentar la temperatura con cualquier sustancia que no dependa de la proporción de contenido de agua o que tenga carbono como sustrato.

(5) El monóxido de carbono es descargado de una reacción de compostaje normal.

Breves descripciones de las figuras

25 La Fig. 1 es un gráfico que muestra esquemáticamente una relación entre el tiempo y la temperatura dentro de un recipiente cuando se suministra oxígeno de manera forzada al interior de residuos orgánicos en un estado pastoso, en el que es difícil que el oxígeno penetre cuando los residuos orgánicos quedan a la intemperie, y en el que es difícil que se produzcan reacciones bioquímicas por microbios.

La Fig. 2 es un diagrama estructural que muestra un ejemplo de un dispositivo de tratamiento reactivo para los residuos orgánicos de la presente invención.

30 La Fig. 3 es un gráfico que muestra cambios de temperaturas por el Experimento 1 (ensayo de reacción a presión ligeramente elevada) y el Experimento 2 (ensayo de reacción sin presión).

La Fig. 4 es un gráfico que muestra resultados de la tasa de generación de calor obtenida del análisis de perfiles de temperatura de los Experimentos 1 y 2.

La Fig. 5 es un gráfico que muestra cambios de temperaturas y de concentración de gases en el ensayo de reacción a presión ligeramente elevada del Experimento 1.

35 La Fig. 6 es un gráfico que muestra cambios de temperatura y de concentración de gases durante el ensayo de reacción sin presión del Experimento 2.

La Fig. 7 es un gráfico que muestra resultados de cambios en la temperatura en el ensayo de reacción de gases usando únicamente oxígeno y monóxido de carbono.

40 La Fig. 8 es un gráfico que muestra cambios en temperatura para la reacción a presión ligeramente elevada después de calentar excrementos de vaca desecados entre aproximadamente 50°C y aproximadamente 70°C.

La Fig. 9 es un gráfico que muestra cambios en temperatura para la reacción a presión ligeramente elevada de biomasa de tipo seco (astillas y arroz integral) excluyendo los excrementos de vaca.

Descripción de símbolos

1 Tanque de alta presión

2 Recipiente

- 3 Tubo de inyección de gas
- 4 Primera válvula
- 5 Tubo de escape de gas
- 6 Segunda válvula
- 7 Cámara termoaislante
- A Reacción a presión ligeramente elevada
- B Reacción sin presión (compostaje y cierre hermético del reactor)
- C Cierre hermético del reactor (compostaje)

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método de eliminación de residuos orgánicos que son excrementos de ganado o un producto de residuo agrícola que tengan en conjunto una proporción de contenido de agua del 80% o mayor, o un producto de residuo alimentario que tenga en conjunto una proporción de contenido de agua del 40% o mayor, comprendiendo el método:
- una primera etapa de reacción que incluye:
- suministrar oxígeno de manera forzada al interior de residuos orgánicos colocando los residuos orgánicos en un recipiente hermético cuya presión puede ser incrementada e inyectando aire en el recipiente a una presión superior a la atmosférica e igual o menor que 1,52 MPa; o
- 10 inyectar directamente oxígeno al interior de los residuos orgánicos usando un tubo para aumentar la temperatura interna de los residuos orgánicos mediante una reacción bioquímica de microbios existentes en los residuos orgánicos; y
- 15 una segunda etapa de reacción, cuando la temperatura de los residuos orgánicos es de al menos 55°C o mayor en el recipiente hermético de la primera etapa de reacción, que incluye el mantenimiento de los residuos orgánicos en presencia del oxígeno y del monóxido de carbono, en una concentración igual o mayor que 100 ppm, originado a partir de los residuos orgánicos después de la primera etapa de reacción, para aumentar la temperatura de los residuos orgánicos hasta una temperatura de 100°C o 200°C.
- 2.** Un método para la utilización de energía térmica que comprende:
- 20 utilizar el calor generado por la realización del método de eliminación de los residuos orgánicos según la reivindicación 1.

FIG. 1

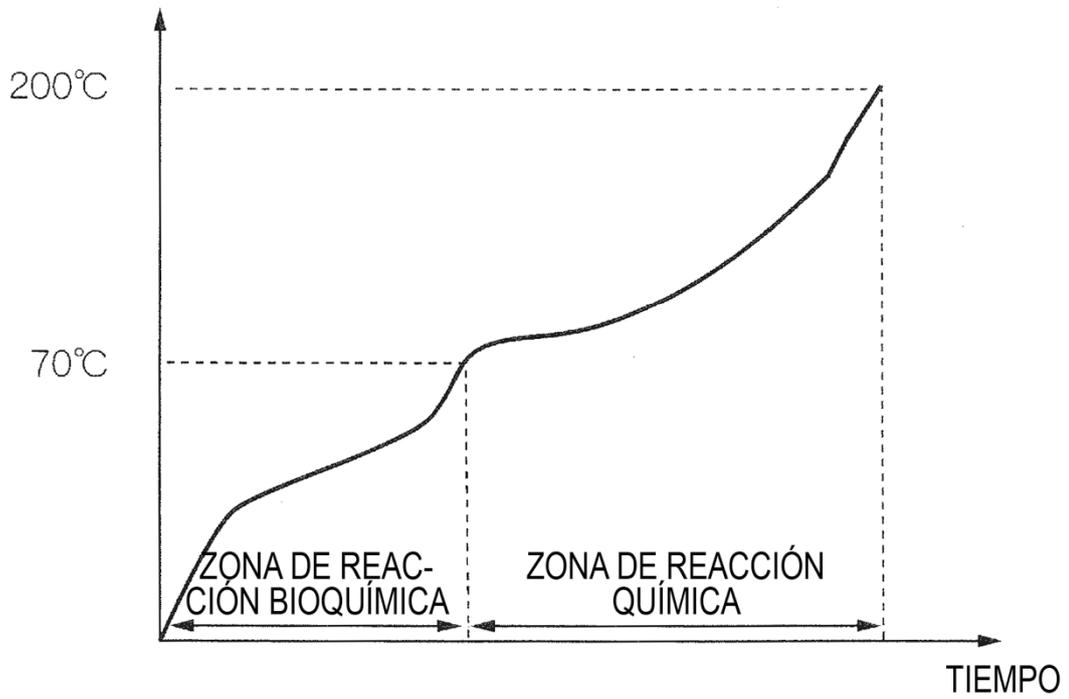


FIG. 2

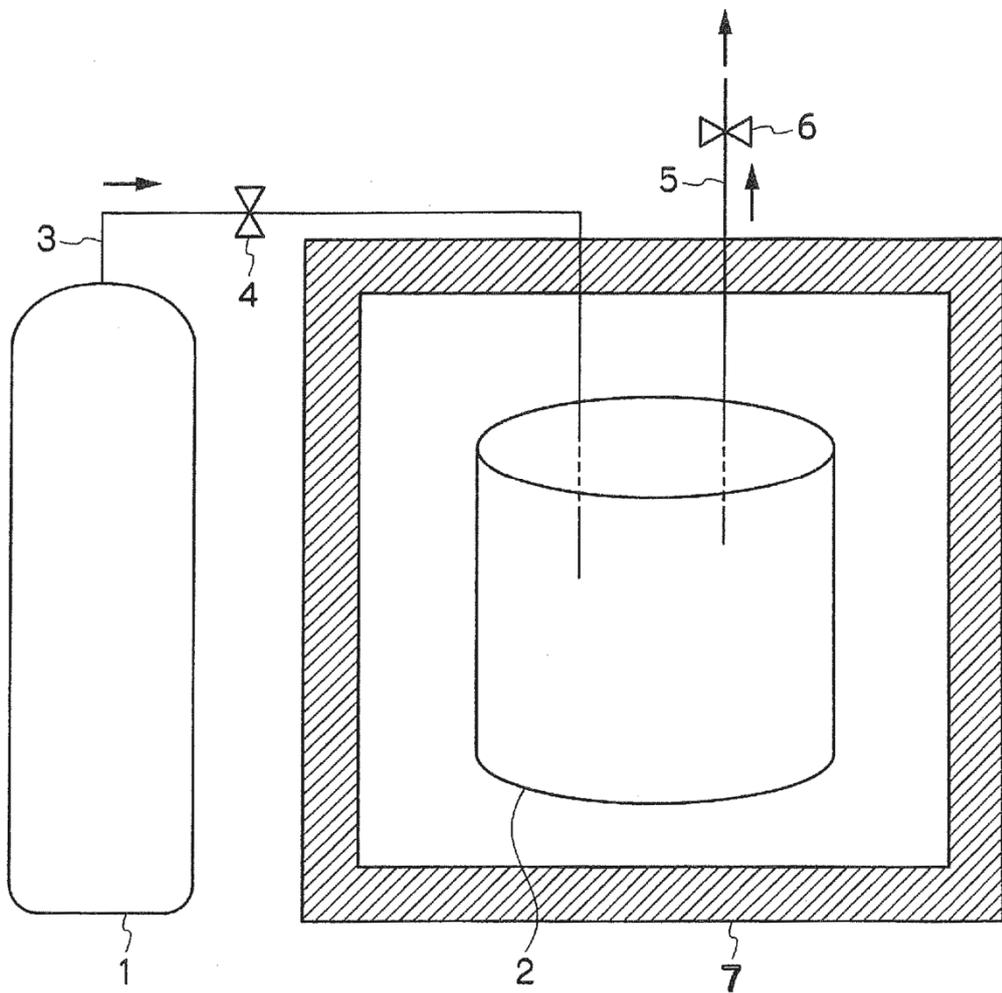


FIG. 3

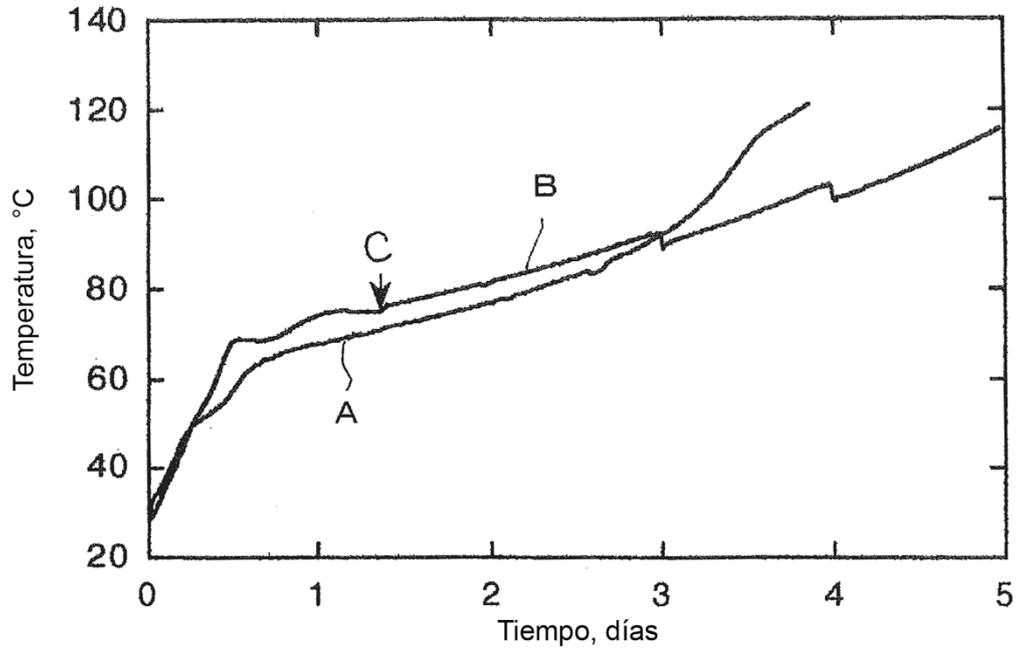


FIG. 4

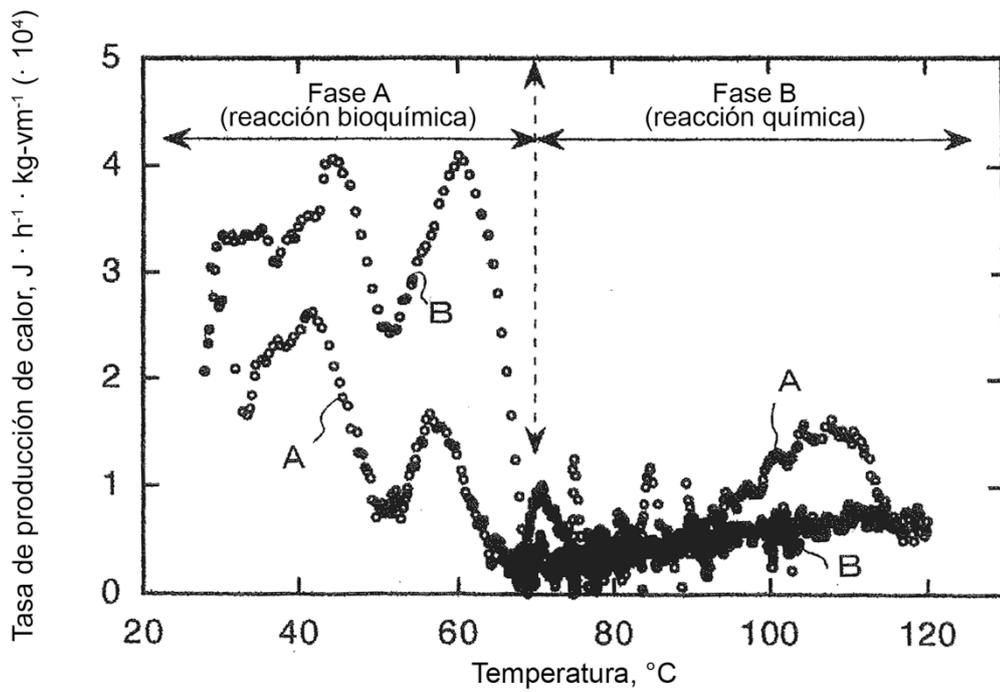


FIG. 5

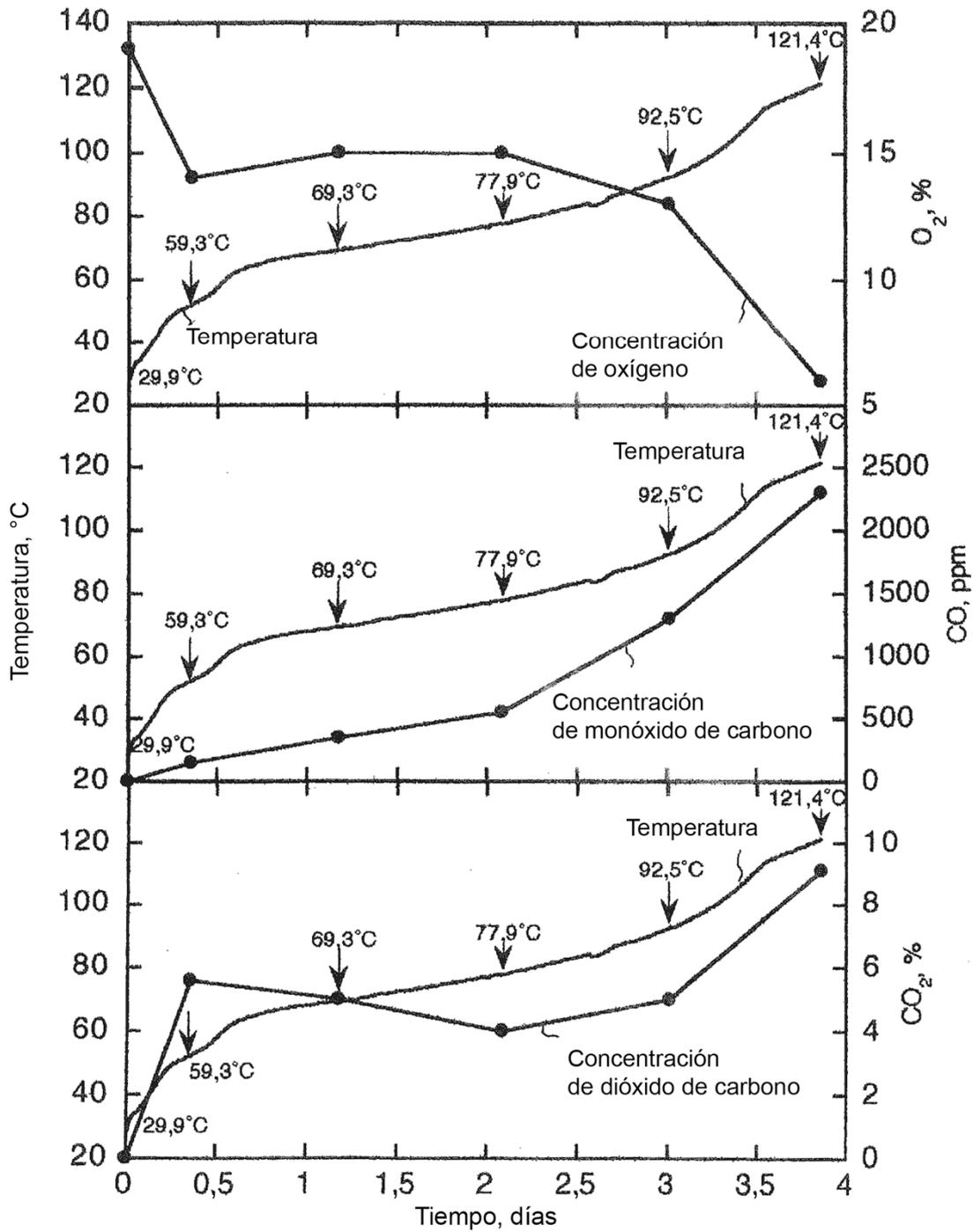


FIG. 6

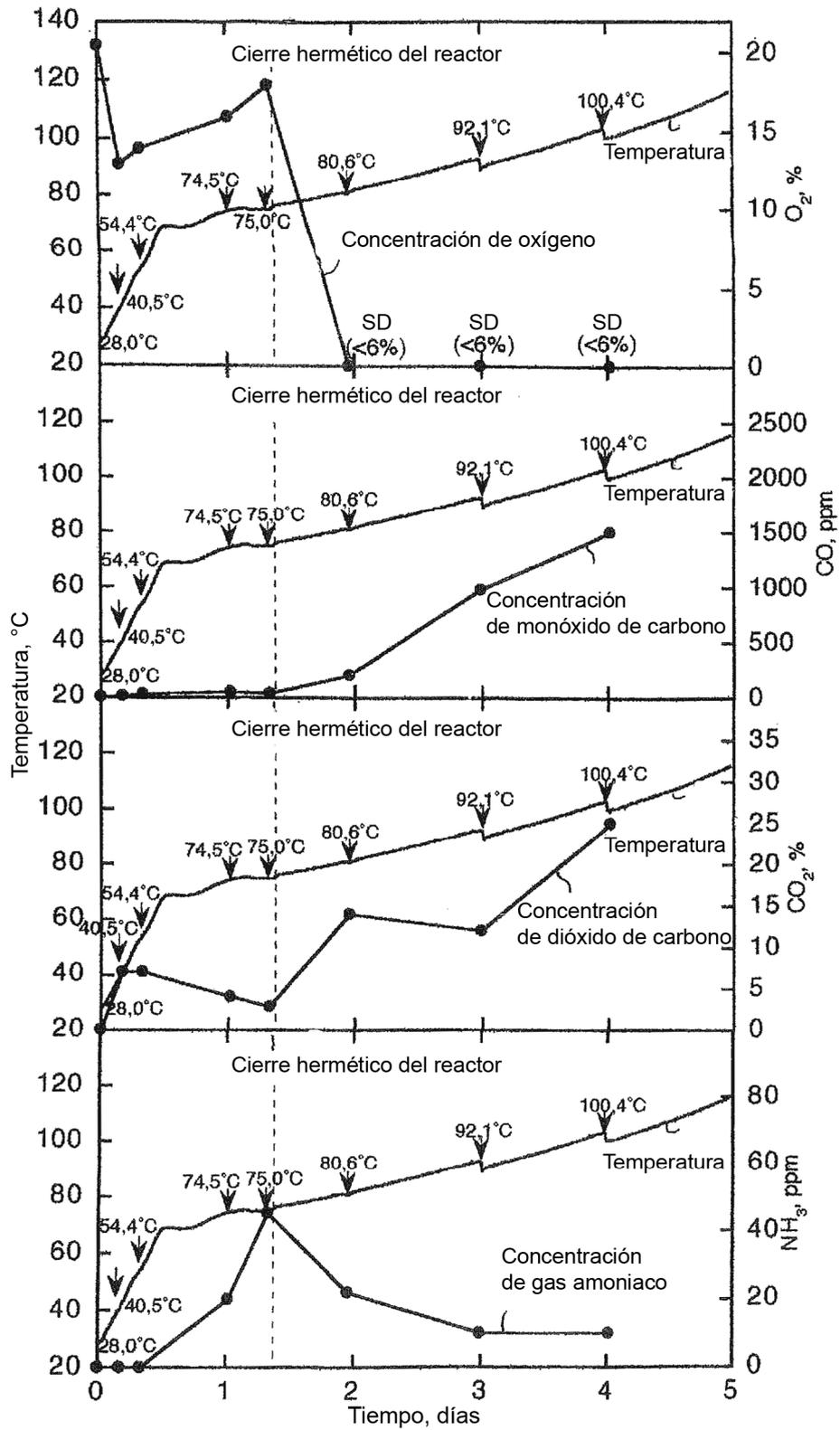


FIG. 7

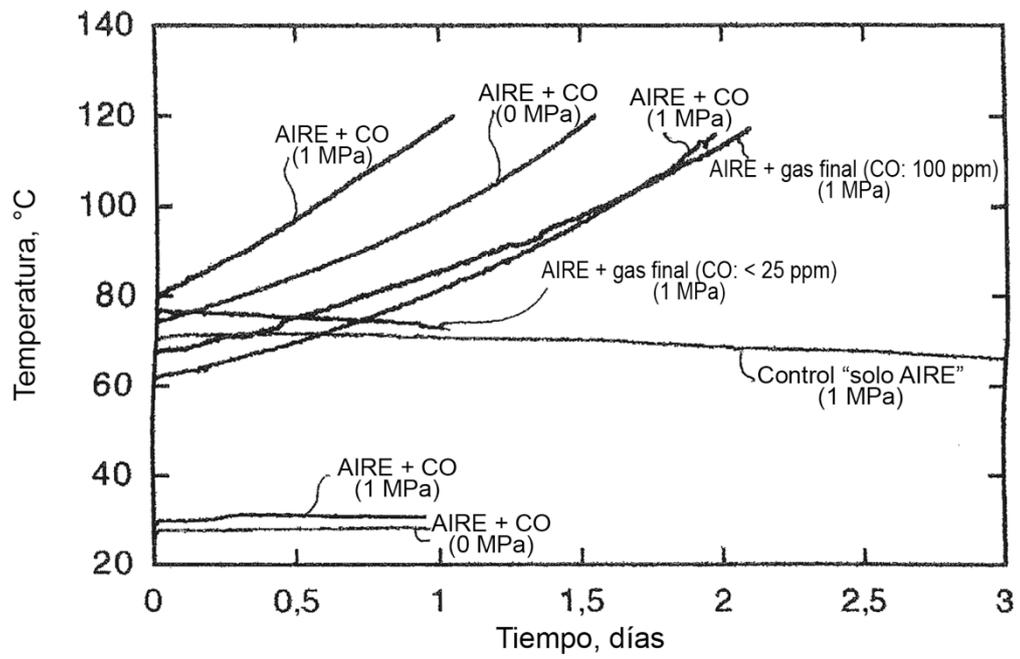


FIG. 8

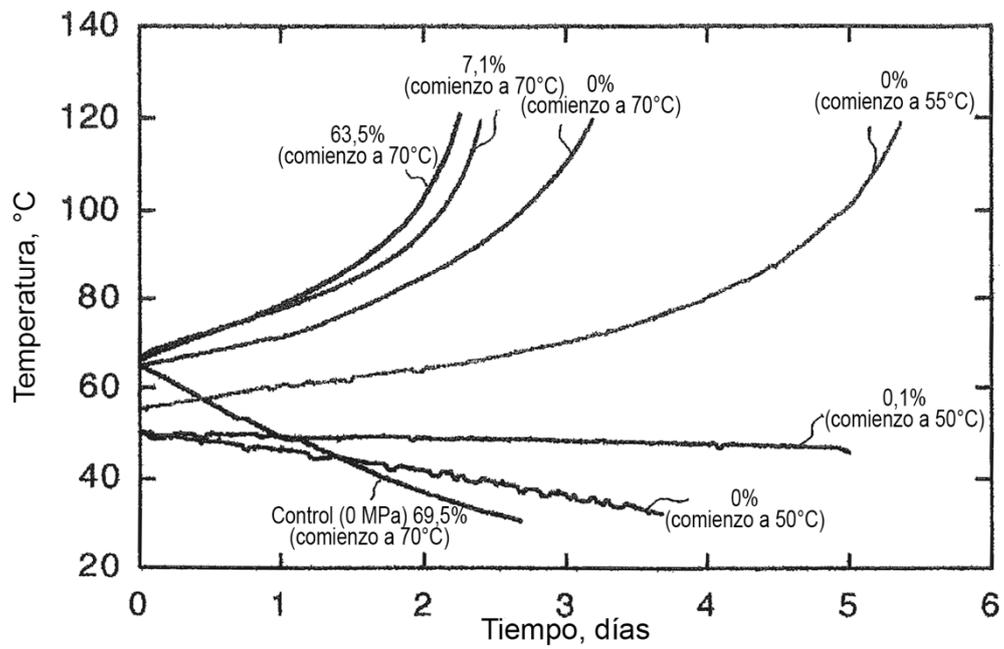


FIG. 9

