

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 133**

51 Int. Cl.:

C02F 3/10 (2013.01)

C02F 3/28 (2013.01)

C12M 1/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2020** **PCT/EP2020/053632**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.08.2020** **WO20165271**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2020** **E 20704297 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024** **EP 3924305**

54 Título: **Sustrato de cultivo para procedimiento de metanización**

30 Prioridad:

15.02.2019 FR 1901540

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

09.12.2024

73 Titular/es:

BIORENGAZ (100.0%)
32 rue du Bassin d'Austerlitz
67100 Strasbourg, FR

72 Inventor/es:

FRITSCH, JONATHAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 992 133 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

Sustrato de cultivo para procedimiento de metanización

La presente invención se sitúa en el campo del reciclaje de residuos. Se refiere más particularmente a un procedimiento de preparación de una unidad de metanización.

5 La metanización es el proceso biológico natural de degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. Esta degradación produce un biogás, que puede utilizarse como fuente de energía. La metanización también se llama digestión anaeróbica, que puede incluir una etapa de degradación de materiales biológicos en CH₄ y CO₂ y/o una etapa de transformación de CO₂ y H₂ en CH₄.

10 La metanización líquida clásica de mezcla infinita (o CSTR, "*Continuous Stirred Tank Reactor*") es actualmente el método de metanización más utilizado. Este tiene la ventaja de tener una gran retroalimentación y capacidad de incorporar una gran variabilidad de insumos, pero sólo presenta bajos rendimientos por unidad de volumen.

15 Las metanizaciones líquidas con lecho de lodo granular (EGSB, "*Expanded Granular Sludge Bed*" o UASB, "*Up-flow Anaerobic Sludge Blanket*") que utilizan reactores en los que los lodos o los gránulos bacterianos se suspenden mediante recirculación del medio. Se trata de tecnologías compactas y de alto rendimiento que permiten la retención de biomasa y el tratamiento de los efluentes líquidos sin materias en suspensión. El rendimiento de estos procedimientos se verían impactados negativamente por la presencia de materia en suspensión (MES) y sustancias grasas presentes en la pulpa de los biorresiduos.

20 Las metanizaciones líquidas equipadas con sustratos de cultivo fijos o móviles tienen altos rendimientos de tratamiento de los efluentes líquidos y proporcionan una mayor resistencia a los inhibidores, pero también están sujetas a diversas limitaciones que reducen su rendimiento. Los sustratos de cultivo fijos frecuentemente están obstruidos o bloqueados por depósitos biológicos y/o minerales que requieren operaciones de limpieza o reemplazo dentro de los digestores. Los sustratos de cultivo móviles también experimentan este fenómeno, que reducen su rendimiento al reducir la superficie específica y además están sujetos a abrasión, deteriorándolos y limitando su vida útil. En ambos casos, las operaciones de limpieza y/o sustitución provocan pérdidas de producción considerables, así como tediosas operaciones de mantenimiento, incluso sin tener en cuenta el altísimo coste de estos sustratos de cultivo cuando se trata de equipar grandes volúmenes. Es común que los sustratos de cultivo utilizados para la metanización sean de plástico. Estas soluciones son caras, provienen de recursos fósiles y generan residuos plásticos perjudiciales para el medio ambiente.

30 La metanización por vía seca continua podría permitir integrar el sustrato del cultivo simultáneamente con los biorresiduos, pero en la práctica, la retroalimentación pone de manifiesto un importante consumo de energía y numerosos problemas de avería de las máquinas (incorporadores, agitadores, bombas, etc.) que bloquean el funcionamiento del digestor. La acumulación de sedimentos (piedras, arena, no deseados) en el interior de los digestores reduce el rendimiento y requiere tediosas operaciones de mantenimiento correctivo que requieren la parada del digestor afectado y generan consiguientes pérdidas operativas.

35 La metanización por vía seca discontinua, en la que el tanque se alimenta al alimentador con sólidos crudos de los túneles/garajes, es otro método existente. La ausencia de sistema de agitación y/o incorporación a los túneles evita las limitaciones mecánicas antes mencionadas (roturas, desgaste prematuro). Sin embargo, la ausencia de pretratamiento mecánico (trituration) de los materiales tratados ralentiza considerablemente la cinética de degradación, minimizando el rendimiento. Los problemas de reología ligados a una porosidad insuficiente y/o no homogénea del material incorporado perturban frecuentemente los equilibrios de reacción y el funcionamiento óptimo de las instalaciones.

Es común que los sustratos de cultivo utilizados para la metanización sean de plástico. Estas soluciones son caras y generan residuos plásticos perjudiciales para el medio ambiente.

45 El documento EP1818314 divulga un procedimiento e instalación para producir biogás a partir de líquidos cargados de materia orgánica, que utiliza un sustrato de cultivo hecho de astillas de madera. Sin embargo, el arrastre de dicho soporte por la materia en suspensión del líquido tratado provoca su aglomeración, luego su oclusión y no permite obtener una metanización efectiva a lo largo del tiempo.

50 El artículo "*Light and electron microscopic examinations of methane-producing biofilms from anaerobic fixed-bed reactors*" de Robinson R. W. *et al* (*Appl. Environ. Microbiol.*, 1984, 48(1), págs. 127-136) se refiere a un estudio sobre biopelículas productoras de metano. Este artículo divulga un ejemplo del uso de trozos de pino como sustrato de cultivo en un digestor utilizado en un procedimiento de metanización de efluentes líquidos.

La solicitud JP 2002 219442 se refiere a sustratos de cultivo naturales para un procedimiento de metanización.

La solicitud CN 1772653 se refiere a un relleno de un reactor anaeróbico a base de bambú para el tratamiento de aguas residuales.

Un objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento de preparación una unidad de metanización que permita una metanización rápida, eficiente y sostenible de los efluentes líquidos, que sea económico y respetuoso con el medio ambiente.

5 El objetivo de la presente invención es un procedimiento de preparación una unidad de metanización, que comprende las siguientes etapas, en orden:

- recoger residuos verdes,
- compostar dichos residuos verdes,
- cribar los residuos verdes resultantes del compostaje, realizándose el cribado con una dimensión comprendida entre 30 y 80 mm para eliminar las partículas finas de los residuos verdes,
- 10 • insertar residuos verdes provenientes del cribado en dicha unidad de metanización, para formar un relleno estructurado, que es un sustrato de cultivo 1 compuesto por más de 50% de elementos de madera 2 en los cuales al menos una dimensión es superior a 80 mm, siendo la porosidad de dicho sustrato de cultivo 1 superior a 50%.

15 Gracias a estas disposiciones, se puede obtener de forma sencilla y económica un sustrato de cultivo 1 eficaz y duradero para la metanización según el procedimiento de la invención anterior, con un material respetuoso con el medio ambiente.

Según otras características:

- dichos elementos de madera 2 pueden incluir tallos ramificados y/o curvas, siendo estos elementos fáciles de encontrar y permitiendo reciclar los residuos verdes,
- 20 • el procedimiento de preparación puede incluir una etapa de trituración después de la etapa de recolección y antes de la etapa de inserción, siendo la trituración una trituración lenta, para obtener que la mayoría de los elementos triturados tengan una dimensión mayor inferior a un metro, lo que permite no tener elementos demasiado grandes para integrar el sustrato de cultivo,
- 25 • el procedimiento de preparación incluye una etapa de cribado antes de la etapa de inserción, realizándose el cribado con una dimensión comprendida entre 30 y 80 mm, lo que permite eliminar las partículas finas de residuos verdes que no serían estables por metanización, lo que reduciría la porosidad del sustrato y podrían obstruirlo,
- 30 • el procedimiento de preparación incluye una etapa de compostaje antes de la etapa de cribado, que permite durante el cribado separar del compost los residuos verdes que no son degradables por metanización, en particular la madera, que formarán un sustrato de cultivo estable en el tiempo.

La presente invención también se refiere a un procedimiento de metanización de efluentes líquidos con relleno estructurado, comprendiendo dicho procedimiento:

- la preparación de una unidad de metanización mediante un procedimiento según la invención, luego
- una etapa de metanización de efluentes líquidos en dicha unidad de metanización.

35 La presente invención también se refiere a un procedimiento de metanización que comprende las siguientes etapas, en orden:

- insertar un sustrato de cultivo según la invención en un túnel de metanización anterior,
- enviar efluentes líquidos al túnel de metanización anterior,
- insertar un sustrato de cultivo según la invención en un túnel de metanización posterior,
- 40 • enviar el efluente tratado a la salida del túnel de metanización anterior al túnel de metanización posterior.

La operación secuencial diferida en el tiempo del procedimiento permite la metanización en continuo de los efluentes líquidos, incluso cuando uno de los túneles está detenido. Además, la inoculación del nuevo sustrato con el efluente tratado sobre el sustrato operativo permite una colonización muy rápida de los sustratos de cultivo, colocando el túnel con un nuevo sustrato de cultivo posterior a un túnel ya en funcionamiento.

45 Según otras características:

- una parte comprendida entre 30 y 60% de los efluentes tratados a la salida del túnel de metanización posterior

puede ser devuelta a la entrada del túnel de metanización anterior, lo que permite la dilución de los efluentes antes de su metanización y/o la inoculación del nuevo sustrato, y por tanto una metanización más rápida.

La presente invención también se refiere al uso para un procedimiento de metanización de efluentes líquidos con relleno estructurado de un sustrato de cultivo 1 obtenido mediante el siguiente procedimiento:

- 5
 - la recogida de residuos verdes,
 - el compostaje de dichos residuos verdes,
 - el cribado de los residuos verdes resultantes del compostaje, realizándose el cribado con una dimensión comprendida entre 30 y 80 mm para eliminar las partículas finas de los residuos verdes,
 - formación de dicho sustrato de cultivo 1 a partir de los residuos verdes resultantes del cribado,
- 10 estando compuesto dicho sustrato de cultivo 1 por más de 50% de elementos de madera 2, en los que al menos una dimensión es superior a 80 mm, siendo la porosidad de dicho sustrato de cultivo 1 superior a 50%, y realizándose dicho procedimiento de metanización en una unidad de metanización y comprendiendo una etapa de preparación de dicha unidad de metanización en la que el sustrato de cultivo 1 se inserta en dicha unidad de metanización para formar un relleno estructurado.
- 15 La presente invención se entenderá mejor con la lectura de la descripción detallada que sigue, con referencia a las figuras adjuntas en las que:
 - La figura 1 es una vista esquemática de un elemento de madera 2 de un sustrato de cultivo 1 según una realización preferida de la invención.
 - La figura 2 es una vista esquemática de un elemento de madera 2 de un sustrato de cultivo 1 según una segunda
 - 20 realización de la invención.
 - La figura 3 es una vista esquemática de un elemento de madera 2 de un sustrato de cultivo 1 según una tercera realización de la invención.
 - La figura 4 es una vista esquemática de una instalación de metanización según una realización preferida de la invención.
- 25 El sustrato de cultivo 1 según la invención está destinado a ser utilizado en un procedimiento de metanización de efluentes líquidos con relleno estructurado. El sustrato de cultivo 1 está formado por más de 50% de elementos de madera 2 de los cuales al menos una dimensión es superior a 80 mm.
- 30 El tamaño de los elementos de madera 2 permite que el sustrato de cultivo 1 tenga una porosidad grande, lo que favorece el flujo de los fluidos y la obtención de una superficie de intercambio grande para el desarrollo bacteriano por un lado, y entre el sustrato de cultivo y los efluentes líquidos que se van a tratar por otra parte. Esta porosidad se mejora aún más mediante el uso de elementos de madera de formas diversas y no regulares. Si los elementos son más pequeños encajan más fácilmente entre sí dejando poco espacio entre ellos, lo que da lugar en la mayoría de los casos a que un sustrato de cultivo 1 no permita un flujo suficiente de los fluidos. Esto puede provocar una compactación del sustrato, o incluso una oclusión, reduciendo la superficie de intercambio.
- 35 En la presente invención, el término "porosidad", aplicado a un sustrato de cultivo, se entiende como la fracción de volumen que ocupa el aire en el volumen total del sustrato de cultivo.
- La medición de la porosidad se puede realizar, por ejemplo, de la siguiente manera:
 - se coloca el sustrato de cultivo 1 en un recipiente,
 - se llena el recipiente con agua lo suficientemente rápido como para que el agua no tenga tiempo de infiltrarse
 - 40 en el interior de los elementos que componen el sustrato de cultivo 1, en particular los elementos de madera 2, de modo que no se tenga en cuenta la porosidad interna de estos elementos,
 - la porosidad es entonces igual al volumen de agua añadido al recipiente, dividido por el volumen del recipiente.
- 45 La porosidad del sustrato de cultivo 1 es preferentemente superior a 50%, lo que permite una superficie de intercambio satisfactoria para la eficacia del procedimiento de metanización entre, por un lado, el sustrato de cultivo 1 y las bacterias que alberga y, por otro lado, los efluentes líquidos. Tal porosidad permite también reducir los riesgos de que el sustrato de cultivo 1 quede obstruido o taponado por depósitos biológicos y/o minerales, necesitando operaciones de limpieza o sustitución del sustrato de cultivo 1. Se obtiene así una mayor vida útil del sustrato de cultivo 1.

Una mayor porosidad permite, hasta cierto punto, el mantenimiento de un flujo suficiente con el mantenimiento de la superficie de intercambio, o superficie disponible para el desarrollo de bacterias, lo que permite una mayor eficiencia de la reacción de metanización. De hecho, es el mantenimiento de la superficie de intercambio lo que permite la mayor eficiencia, pero es muy difícil de medir; por eso se utiliza la porosidad para caracterizar un sustrato de cultivo eficaz.

- 5 Ejemplos de porosidades medidas dan valores del 63, 65 y 70%. De hecho, se trata de valores medios más altos que los de las astillas de madera, en las que la porosidad suele oscilar entre el 40 y el 60%.

- 10 En una realización preferida de la invención, los elementos de madera 2 son tallos ramificados y/o curvos. En el contexto de la presente invención, la expresión "tallo ramificado" designa una rama que comprende al menos una ramificación, es decir que comprende al menos dos partes lineales, no necesariamente rectas, que forman un ángulo entre ellas. Un ejemplo se ilustra en la figura 1. La expresión "rama curva" designa una rama cuya forma es tal que no está contenida en un plano. Un ejemplo se ilustra en la figura 2.

Los elementos de madera 2 del tipo tallos ramificados y/o curvos tienen la ventaja, cuando se superponen, de dejar espacios libres entre ellos, de modo que se obtiene una mayor porosidad global del sustrato de cultivo 1 y una superficie de intercambio mayor.

- 15 También son fáciles de encontrar y económicos: pueden ser, por ejemplo, residuos verdes compuestos principalmente de madera, o la parte no degradada del compostaje de residuos verdes, que puede recuperarse a la salida del compostaje. Se puede tratar, por ejemplo, de rechaces de cribado de compost.

- 20 En la presente invención, el término "residuos verdes" designa todos los materiales procedentes de plantas lignocelulósicas y procedentes de la poda, el corte o el mantenimiento de estas plantas, por ejemplo, durante el mantenimiento de jardines, espacios verdes, bosques, setos o incluso árboles. Los residuos verdes también pueden incluir subproductos resultantes de la transformación y recuperación de la madera, siendo un subproducto una sustancia o un objeto resultante de un procedimiento de producción cuyo objetivo principal no es la producción de esta sustancia u objeto.

- 25 Se pueden utilizar otros tipos de elementos de madera 2, siempre que su forma asegure una porosidad significativa al sustrato de cultivo y una buena superficie de intercambio. Estos pueden ser, por ejemplo, elementos con forma de tetrápodo, como se ilustra en la figura 3, astillas de bosque, material triturado o también otra forma.

El sustrato de cultivo 1 preparado durante el procedimiento de preparación de una unidad de metanización según la invención se obtiene localmente de forma económica y permite la recuperación de residuos verdes.

- 30 Se puede implementar una etapa de trituración entre la etapa de recolección y la etapa de inserción. La trituración es entonces una trituración lenta, de modo que la mayoría de los elementos triturados tengan una dimensión mayor inferior a un metro. Esta trituración puede ser necesaria si los residuos verdes recogidos son demasiado grandes, lo que puede plantear un problema para la etapa de inserción, o puede dar como resultado un sustrato de cultivo 1 demasiado poroso, impidiendo la presencia de ramas grandes la introducción de ramas más finas. Un sustrato de cultivo 1 demasiado poroso, por ejemplo, superior a 90%, da como resultado una superficie de intercambio reducida entre los efluentes que se van a tratar y las bacterias, y por tanto degrada el rendimiento del procedimiento de metanización.

Según la invención, se realiza una etapa de cribado antes de la etapa de inserción, después de la trituración, si la hay. El cribado, que se realiza a un tamaño comprendido entre 30 y 80 mm, permite eliminar las partículas finas que contribuirían a la oclusión del sustrato de cultivo, lo que reduciría la eficacia del procedimiento de metanización.

- 40 Según la invención, antes de la etapa de cribado tiene lugar una etapa de compostaje. Esto permite degradar los residuos verdes de manera que una vez eliminado el compost mediante la etapa de cribado, solo queden los materiales que no pueden ser degradados por el compost, ricos en lignina. Estos materiales ricos en lignina, al no ser degradables o sólo muy poco degradables, por metanización, permitirán obtener un sustrato de cultivo 1 estable.

- 45 El sustrato de cultivo 1 es, por tanto, económico, se obtiene localmente y es respetuoso con el medio ambiente, y permite obtener buenos resultados cuando se utiliza en un procedimiento de metanización.

El sustrato de cultivo 1 se puede utilizar en un procedimiento de metanización continuo, ilustrado en la fig. 4 y que comprende las siguientes etapas en orden:

- insertar un sustrato de cultivo 1 en un túnel de metanización 3a anterior,
- enviar efluentes líquidos al túnel de metanización 3a anterior,
- 50 • insertar un sustrato de cultivo 1 en el túnel de metanización 3b posterior,
- enviar los efluentes tratados a la salida del túnel de metanización 3a anterior a la entrada del túnel de metanización 3b posterior.

Desde su puesta en servicio, el sustrato de cultivo 1 del túnel de metanización 3a anterior ha tenido tiempo de ser colonizado por las bacterias. Los efluentes enviados al túnel de metanización 3b posterior se cargan entonces con bacterias, y la colonización del túnel de metanización 3b posterior es muy rápida, lo que mejora el rendimiento del procedimiento de metanización.

- 5 Cuando el túnel de metanización 3a anterior está al final de su vida útil, el túnel de metanización 3b posterior, cuyo sustrato de cultivo 1 es más nuevo, continúa funcionando solo, mientras que el sustrato de cultivo 1 se sustituye en el primer túnel de metanización 3a. El túnel de metanización 3b posterior se convierte entonces en el túnel de metanización 3a anterior y viceversa. El proceso se repite así de forma continua, teniendo cada túnel de metanización 3a, 3b a su vez un sustrato de cultivo 1 más antiguo que el otro túnel de metanización 3b, 3a, teniendo el túnel de metanización 3a, 3b el sustrato de cultivo más antiguo colocado anteriormente al otro túnel de metanización 3b, 3a.

El uso de dos túneles de metanización 3a, 3b permite tener un procedimiento funcionando sin interrupción, no sólo al final de la vida de uno de los túneles de metanización 3a, 3b, sino también durante las operaciones de mantenimiento o cuando se evacuan los desechos de uno de los túneles de metanización 3a, 3b.

- 15 En una realización preferida de la invención, una porción comprendida entre 30 y 60% de los efluentes tratados a la salida del túnel de metanización 3b posterior se devuelven al túnel de metanización 3a anterior. Esto permite la dilución del efluente a la entrada, que a veces es demasiado espeso para permitir una metanización rápida y eficaz.

- 20 Esta dilución también se puede realizar cuando el túnel de metanización 3a anterior funciona solo, en particular antes de la realización del túnel de metanización 3b posterior. Se tiene, por tanto, una parte comprendida entre 30 y 60% del efluente tratado a la salida del túnel de metanización 3a anterior devuelta a la entrada del túnel de metanización 3a anterior.

Como se muestra en la figura 4, antes de la metanización en los túneles de metanización 3a, 3b, el procedimiento de metanización según la invención puede comprender una de las dos etapas siguientes:

- preparar en un desacondicionador y/o triturador 4,
- higienizar en un higienizador 5.

- 25 Después de la metanización, el biogás se puede almacenar posteriormente en un gasómetro 6.

El procedimiento de metanización según la invención permite maximizar el tiempo de residencia de los sólidos (TSS) en los túneles de metanización 3a, 3b. Se obtiene así una colonización óptima del sustrato y la conservación de las bacterias de interés desacoplando el tiempo de residencia de los efluentes líquidos (biorresiduos) del de los sólidos (bacterias/sustrato de cultivo).

- 30 Aunque la descripción anterior se basa en realizaciones particulares, no limita en modo alguno el alcance de la invención, y se pueden realizar modificaciones, en particular mediante sustitución de equivalentes técnicos o mediante una combinación diferente de cualquiera o parte de las características desarrolladas anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para preparar una unidad de metanización, que comprende en orden las siguientes etapas:
 - recoger residuos verdes,
 - compostar dichos residuos verdes,
- 5 - cribar los residuos verdes procedentes de la etapa de compostaje, realizándose el cribado con un tamaño comprendido entre 30 y 80 mm, de forma que se eliminen las partículas finas de los residuos verdes,
- 10 - introducir los residuos verdes procedentes de la etapa de cribado en dicha unidad de metanización de manera que se forme un relleno estructurado, que es un sustrato de cultivo (1) formado por más de 50% de elementos de madera (2) en los cuales al menos una dimensión es superior a 80 mm, siendo la porosidad de dicho sustrato de cultivo (1) superior a 50%.
2. Procedimiento de preparación de una unidad de metanización según la reivindicación anterior, que comprende una etapa de trituración después de la etapa de recogida y antes de la etapa de cribado, siendo la trituración una trituración lenta, de manera que se obtenga que la mayoría de los elementos triturados tengan una dimensión mayor inferior a un metro.
- 15 3. Procedimiento de metanización efluentes líquidos con relleno estructurado, comprendiendo dicho procedimiento:
 - preparar una unidad de metanización mediante un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, después
 - una etapa de metanización de efluentes líquidos en dicha unidad de metanización.
- 20 4. Procedimiento de metanización efluentes líquidos con relleno estructurado según la reivindicación anterior, que comprende en orden las siguientes etapas:
 - insertar un sustrato de cultivo (1) en un túnel de metanización (3a) anterior,
 - enviar efluentes líquidos al túnel de metanización (3a) anterior,
 - insertar un sustrato de cultivo (1) en un túnel de metanización (3b) posterior,
 - enviar los efluentes tratados a la salida del túnel de metanización (3a) anterior al túnel de metanización (3b) posterior.
- 25 5. Procedimiento de metanización de efluentes líquidos con relleno estructurado según la reivindicación anterior, en el que una porción comprendida entre 30% y 60% de los efluentes tratados a la salida del túnel de metanización (3b) posterior se devuelve a la entrada del túnel de metanización (3a) anterior.
- 30 6. Uso de un procedimiento de metanización de efluentes líquidos con relleno estructurado de un sustrato de cultivo (1) obtenido mediante el siguiente procedimiento:
 - recoger residuos verdes,
 - compostar dichos residuos verdes,
 - cribar los residuos verdes procedentes de la etapa de compostaje, realizándose el cribado con un tamaño comprendido entre 30 y 80 mm, de forma que se eliminen las partículas finas de residuos verdes,
 - 35 - formar dicho sustrato de cultivo (1) a partir de los residuos verdes resultantes de la etapa de cribado, estando constituido dicho sustrato de cultivo (1) por más de 50% de elementos de madera (2) de los cuales al menos una dimensión es mayor de 80 mm, siendo la porosidad de dicho sustrato de cultivo (1) mayor de 50%, y
 - 40 teniendo lugar dicho procedimiento de metanización en una unidad de metanización y comprendiendo una etapa de preparación de dicha unidad de metanización en la que el sustrato de cultivo (1) se inserta en dicha unidad de metanización de manera que forme un relleno estructurado.

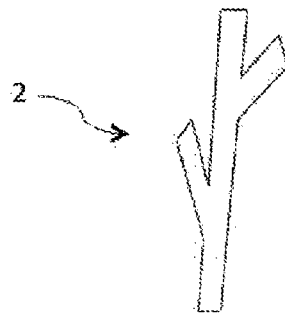


Fig. 1

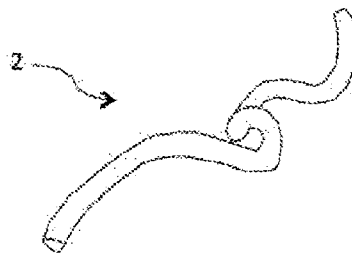


Fig. 2

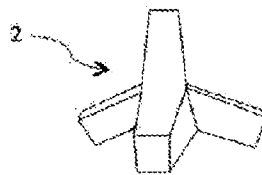


Fig. 3

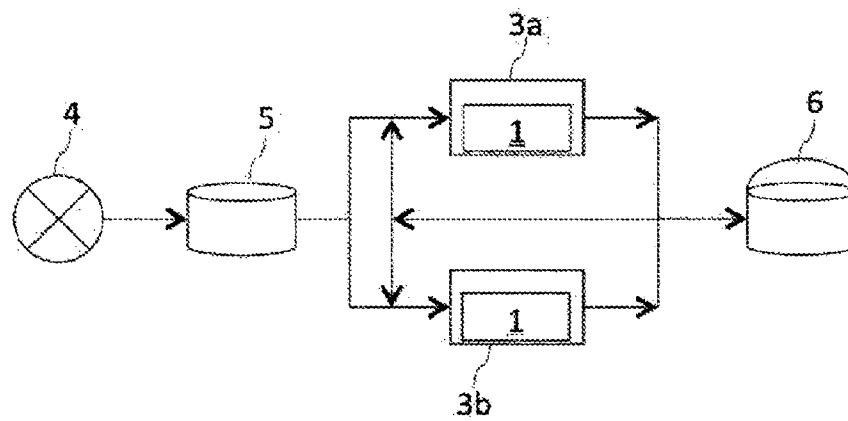


Fig. 4