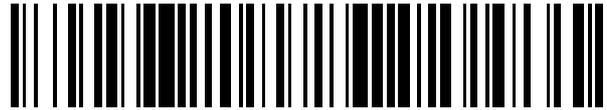


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 065**

51 Int. Cl.:

C02F 3/34 (2006.01)
B09C 1/00 (2006.01)
B09C 1/10 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)
C02F 3/30 (2006.01)
C02F 101/10 (2006.01)
C02F 101/16 (2006.01)
C02F 101/30 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2009 E 09723022 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2254843**

54 Título: **Procedimientos de purificación biológica de residuos o agua residual**

30 Prioridad:

18.03.2008 US 50514

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

02.06.2015

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

WANG, SIJING

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 537 065 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

Procedimientos de purificación biológica de residuos o agua residual

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a procedimientos para purificar residuos y más concretamente a procedimientos biológicos para purificar residuos.

Antecedente de la invención

10 En condiciones normales, los residuos se descomponen gradualmente o se biodegradan por los microorganismos naturales del medio ambiente. Sin embargo, las reacciones de biodegradación están impedidas a menudo por fluctuaciones ambientales, tales como cambios de temperatura, pH, salinidad, agua y suministro de aire. Los residuos, tales como las aguas residuales y los residuos sólidos, se pueden purificar por procedimientos biológicos mediante bioaumentación, que es la introducción de un grupo de microorganismos no naturales o variantes diseñadas mediante ingeniería genética para acelerar la biodegradación del residuo y el retorno del medio ambiente alterado por contaminantes a su estado original.

15 Algunos inconvenientes principales del bioaumentación son que los microorganismos seleccionados para el bioaumentación pueden no prosperar en su nuevo ambiente y tendrán poco o ningún impacto en el tratamiento del residuo. La supervivencia corta o la ausencia de crecimiento de los microorganismos pueden estar producidas por la activación, aclimatación y proliferación inadecuadas de los microorganismos en el ambiente de desechos a tratar.

20 Los intentos anteriores de bioaumentación han implicado microbios en crecimiento o que han proliferado en un equipo o un sistema al que se ha suministrado externamente una fuente principal de nutrientes. Como resultado, los microbios aumentados se han aclimatado al medio ambiente que se va a tratar en una etapa adicional. Los microbios insuficientemente aclimatados experimentarán una supervivencia corta o una ausencia de crecimiento en el sistema de tratamiento de residuos.

25 El documento US-A-5427944 divulga un cultivo mixto de bacterias para biodegradar hidrocarburos aromáticos policíclicos contaminantes e incluye *Achromabacter* sp. y *Mycobacterium* sp. que se han hecho crecer conjuntamente y aclimatarse gradualmente a utilizar los hidrocarburos aromáticos policíclicos como fuente primaria de alimento. El cultivo mixto de bacterias se puede utilizar para la biorremediación in situ o ex situ de suelos contaminados, o en cualquiera de diversos bioreactores convencionales para tratar líquidos contaminados tales como lixiviados de vertederos, aguas subterráneas o efluentes industriales. Las bacterias, los nutrientes usados para sostener el crecimiento de las bacterias, y los productos de los hidrocarburos son todos sustancialmente perjudiciales para el medio ambiente.

35 El documento WO-A-02/083577 divulga un equipo y un procedimiento para mejorar el rendimiento de una planta de tratamiento de líquidos y en concreto en plantas de tratamiento de aguas residuales. Se recoge una muestra del flujo de entrada de líquido y se siembra con bacterias seleccionadas para aumentar el rendimiento de los componentes aguas abajo de la planta. La muestra sembrada se retiene durante un periodo suficiente para garantizar que las bacterias inyectadas pueden reproducirse mediante aclimatación libre de tal manera que las bacterias cultivadas en la muestra corresponden a las características del flujo de entrada. La muestra y las bacterias cultivadas que contiene se reincorporan de nuevo al flujo de entrada.

40 El documento US-A-5840182 divulga un equipo para contener un cultivo de microorganismos en crecimiento exponencial activo y administrar un suministro de microorganismos a un entorno que contiene residuos, para bioaumentar la biodegradación de los residuos.

45 El documento US-A-5882917 divulga un procedimiento de supervivencia para un microorganismo extraño que comprende las etapas de perturbar el estado de equilibrio de un ecosistema en el que en el que coexisten varias clases de microorganismos, para llevar temporalmente el ecosistema a un estado de no equilibrio, y a continuación introducir un microorganismo extraño en el ecosistema. Existen tres estados de equilibrio implicados, que comprenden un primer estado en el que el ecosistema está en equilibrio, un segundo estado en el que el ecosistema se convierte en un estado que no está en equilibrio, y un tercer estado en el que el ecosistema se convierte a un nuevo estado de equilibrio para proporcionar un nicho ecológico para la supervivencia de un microorganismo extraño introducido en el ecosistema. Los microorganismos extraños se usan también en un procedimiento para remediar un entorno contaminado con un contaminante.

50 Sería deseable proporcionar procedimientos de bioaumentación mejorados para purificar residuos.

Sumario de la invención

La invención es un procedimiento para purificar un ambiente de desechos que comprende separar una parte del ambiente de desechos y tratar la parte separada del ambiente de desechos para inactivar o disminuir los microorganismos naturales, añadiendo microorganismos en aumento a la parte tratada del ambiente de desechos en

un biorreactor, hacer crecer y aclimatar simultáneamente en el ambiente de desechos que se va a tratar un cultivo microbiológico de los microorganismos en aumento en el biorreactor y descargar el cultivo microbiológico al ambiente de desechos; en el que el ambiente de desechos es agua residual o un vertedero, y los microorganismos en aumento son adecuados para biodegradar los contaminantes en el ambiente de desechos.

- 5 La invención proporciona procedimientos mejorados para el bioaumento in situ que tienen periodos simultáneos de aclimatación y de crecimiento y costes reducidos, y se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un dibujo esquemático que representa gráficamente una realización ilustrativa de un procedimiento para purificar aguas residuales.

- 10 La Figura 2 es un dibujo esquemático que representa gráficamente una realización ilustrativa de un procedimiento para purificar aguas residuales.

La Figura 3 es una gráfica que muestra el crecimiento celular tal como se ha medido mediante densidad óptica. La gráfica representa una densidad óptica a una longitud de onda de 600 nm frente al tiempo en horas.

- 15 La Figura 4 es una gráfica que muestra el crecimiento celular tal como se ha medido mediante densidad óptica. La gráfica representa una densidad óptica a una longitud de onda de 600 nm frente al tiempo en horas.

Descripción detallada de la invención

Las formas singulares "un", "uno", y "el" incluyen los referentes plurales a no ser que el contexto dicte claramente otra cosa. Los puntos finales de todos los intervalos que enumeran la misma característica se pueden combinar independientemente entre sí e incluyen el punto final citado.

- 20 El modificador "aproximadamente" usado junto con una cantidad incluye el valor indicado y tiene el significado que dicta el contexto (incluye, por ejemplo, los intervalos de tolerancia asociados con la medida de la cantidad concreta).

- 25 "Opcional" u "opcionalmente" significa que el acontecimiento o circunstancia principal descrito a continuación puede suceder o no, o que el material identificado posteriormente puede estar o no presente, y que la memoria descriptiva incluye casos en los que se produce el acontecimiento o circunstancia o en los que está presente el material, y casos en los que no se produce al acontecimiento o circunstancia o el material no está presente.

El procedimiento para purificar un ambiente de desechos comprende tratar una parte del ambiente de desechos para inactivar o disminuir los microorganismos naturales, añadir microorganismos en aumento al ambiente de desechos tratado, haciendo crecer y aclimatar simultáneamente un cultivo microbiológico y descargando el cultivo microbiano al ambiente de desechos.

- 30 El ambiente de desechos contiene contaminantes o residuos que necesitan eliminarse. El ambiente de desechos que se va a purificar es el de aguas residuales industriales o municipales o de vertederos, que están contaminadas con compuestos o contaminantes indeseables, tales como diversos compuestos orgánicos, elementos minerales, contaminantes de nitrógeno o contaminantes de fosfato. En condiciones normales, los contaminantes se descomponen gradualmente o se biodegradan por microorganismos autóctonos en el ambiente de desechos.
- 35 Cuando los contaminantes no son fácilmente biodegradables, no se puede producir la biodegradación o se puede producir a una velocidad más lenta.

- 40 En una realización, el ambiente de desechos es agua residual, que se puede pretratar para eliminar o reducir la materia sólida residual. En otra realización, el agua residual se puede cribar para eliminar los sólidos gruesos. En otra realización, se pueden usar clarificadores de flotación por aire disuelto utilizando agua que contiene gas atrapado para eliminar aceites, grasas u otros tipos de sólidos en suspensión. En otra realización, el agua residual se puede pretratar de forma anaerobia utilizando un equipo digestor, que descompone la materia orgánica e inorgánica en una variedad de productos finales, entre los que se incluyen metano, dióxido de carbono y compuestos intermedios, que son más fáciles de oxidar adicionalmente en un procedimiento biológico aerobio. El digestor anaerobio utiliza procedimientos biológicos anaerobios.

- 45 El bioaumento como procedimiento para restaurar el medio ambiente a condiciones normales implica aumentar el medio ambiente con una proliferación de microorganismos no naturales para descomponer los contaminantes a una velocidad más rápida. Los microorganismos en aumento pueden ser cualquier tipo de microorganismos adecuados para biodegradar los contaminantes en el ambiente de desechos; pueden ser de naturaleza anaerobia, aerobia o facultativa.

- 50 Una parte del ambiente de desechos se usa para nutrir y aclimatar los microorganismos para el bioaumento. La parte del ambiente de desechos se administra a un biorreactor. En una realización, el biorreactor se localiza en el sitio en el que se va a tratar el ambiente de desechos. La parte residual se puede alimentar continuamente al biorreactor o se puede alimentar en uno o más lotes.

En una realización, el ambiente de desechos es un vertedero y una parte del vertedero puede estar suplementado con agua para ayudar a enviar la parte del vertedero al biorreactor.

- 5 La parte del ambiente de desechos se trata para eliminar, destruir o hacer disminuir la población de cualesquiera microbios naturales que están en el ambiente de desechos y para evitar que estos microbios contaminen o interfieran con los microorganismos en aumento. En una realización, una parte del ambiente de desechos se trata mediante calentamiento, filtración u otro tratamiento para atenuar un factor limitante del crecimiento o una población microbiana natural. En otra realización, una parte del ambiente de desechos se trata calentando, pasteurizando, esterilizando o tratando el ambiente de desechos para reducir o inactivar los microorganismos naturales viables. En una realización, el ambiente de desechos se trata calentando el ambiente de desechos a al menos aproximadamente 50 °C. En otra realización, el ambiente de desechos se trata calentando el ambiente de desechos a una temperatura en el intervalo de entre aproximadamente 80 °C a aproximadamente 150 °C. En una realización, el ambiente de desechos es esterilizado mediante vapor, calentando el ambiente a una temperatura de al menos aproximadamente 100 °C. En otra realización, el ambiente de desechos se calienta durante un periodo de tiempo entre aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 1 hora.
- 10
- 15 En condiciones constantes de temperatura, la mortalidad de las poblaciones microbianas es una función logarítmica del tiempo:

$$\log\left(\frac{N_0}{N}\right) = \frac{t}{D}$$

20 donde N_0 es el número inicial de bacterias; N es el número de bacterias en el momento tiempo de exposición t ; y D es la constante de velocidad logarítmica o valor D (en minutos u horas). El valor D (en minutos) es el tiempo necesario para obtener una unidad logarítmica (reducción de diez veces) en la población a una temperatura de tratamiento dada.

25 En otra realización, una parte del ambiente de desechos se trata filtrando el ambiente de desechos a través de un dispositivo de membrana. La membrana es adecuada para eliminar los microorganismos naturales. En una realización, la membrana es una membrana de microfiltración (MF) o de ultrafiltración (UF). en otra realización, la membrana tiene tamaños de poro que varían entre aproximadamente 0,01 μ y aproximadamente 10 μ .

En una realización, una parte del ambiente de desechos se trata en un biorreactor. En otra realización, una parte del ambiente de desechos se esteriliza en un biorreactor. En otra realización, una parte del ambiente de desechos se trata en un biorreactor.

30 Los microorganismos en aumento se añaden a la parte del ambiente de desechos tratada en un biorreactor, constituyendo la parte del ambiente de desechos tratada una fuente principal de nutrientes para que los microorganismos crezcan y proliferen. Los microorganismos en aumento pueden ser cualquier tipo de microorganismo adecuado para biodegradar los contaminantes en el ambiente de desechos. En una realización, los microorganismos en aumento son anaerobios, aerobios o facultativos. Los ejemplos de microorganismos en aumento incluyen, pero no se limitan a, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* E., *Pseudomonas putida*, *Enterobacter cloacae* y *Bacillus thuringiensis*.

35

Los microorganismos en aumento se añaden en una cantidad suficiente para hacer crecer un cultivo microbiológico. En una realización, los microorganismos se añaden en una concentración de células de al menos aproximadamente 1×10^4 ufc por mililitro de fluido. En otra realización, los microorganismos se añadieron en una concentración de células de entre aproximadamente 1×10^4 ufc por mililitro de fluido a aproximadamente 1×10^9 ufc por mililitro de fluido. En una realización, los microorganismos se añadieron al ambiente de desechos en un biorreactor.

40

Los microorganismos se hicieron crecer y proliferaron para aumentar la densidad de la biomasa de los microorganismos y formar un cultivo microbiológico. La densidad de la biomasa que se va a obtener depende de las cantidades de sustratos y nutrientes del crecimiento celular en el biorreactor y cuál es la eficacia de la conversión de los sustratos y nutrientes del crecimiento celular en biomasa. En una realización, los microorganismos se hacen crecer hasta una densidad de la biomasa de al menos 500 millones de células/ml. En otra realización, los microorganismos se hacen crecer hasta una densidad de la biomasa en un intervalo de entre aproximadamente 500 millones de células/ml hasta aproximadamente 5.000 millones de células/ml. En otra realización, los microorganismos se hacen crecer hasta aproximadamente 2.500 millones de células/ml.

45

50 En una realización, los microorganismos se mantienen en crecimiento sustancialmente exponencial, que es intermedio entre una fase de reposo y una fase estacionaria. Un ciclo de crecimiento típico tiene cuatro fases distintas en el ciclo de un cultivo en condiciones constantes. Las cuatro fases de crecimiento son reposo, exponencial, estacionaria y de muerte. En la fase de reposo, el número de células no aumenta y las células se preparan para un crecimiento activo. Eventualmente, comienza la división celular y se alcanza la fase de crecimiento exponencial. A medida que los nutrientes se agotan o se acumulan productos metabólicos tóxicos, la velocidad de crecimiento disminuye y el crecimiento cesa.

55

Los microorganismos se hacen crecer en un biorreactor. Pueden aplicarse técnicas de ingeniería bioquímica convencionales, tales como la alimentación discontinua, la alimentación de nutrientes y el seguimiento de parámetros para hacer crecer y proliferar los microorganismos.

5 Los microorganismos se aclimatan simultáneamente al ambiente de desechos que se va a tratar. No es necesario tener una etapa adicional para aclimatar los microorganismos al ambiente de desechos, dado que el ambiente de desechos que se usa como fuente principal de nutrientes para los microorganismos, también aclimata a los microorganismos.

10 La fuente principal de nutrientes de los microorganismos es el ambiente de desechos tratado. Dependiendo de la composición de nutrientes del ambiente de desechos tratado y de los requisitos de los microorganismos en aumento, pueden ser necesarias fuentes suplementarias de nutrientes para hacer crecer y proliferar los microorganismos. Las fuentes suplementarias pueden incluir elementos minerales y/o fuentes de nitrógeno, fósforo o carbono adicionales. En una realización, la fuente de nutrientes para los microorganismos en aumento tiene una DQO:N:P (DQO es demanda química de oxígeno) de aproximadamente 100:5:1. En otra realización, la fuente de nutrientes del ambiente de desechos se suplementa para alcanzar la relación DQO:N:P de aproximadamente 100:5:1 u otras relaciones en las que nitrógeno y fosfato estén presentes en cantidades no limitantes.

15 El cultivo microbiológico se descarga, inyecta o siembra en el ambiente de desechos para efectuar el tratamiento de bioaumentación. En una realización, los microorganismos se administran mientras se encuentran en la fase de crecimiento exponencial cuando los microorganismos son más activos.

20 La cantidad de cultivo microbiológico que se descarga es cualquier cantidad adecuada para biodegradar los contaminantes en el ambiente de desechos y dependerá de varios factores del ambiente de desechos que se va a tratar, tales como el caudal del fluido, la carga orgánica, la concentración de microorganismos naturales, el tiempo de retención hidráulica y la temperatura. En una realización, la cantidad de cultivo microbiológico descargada está en una concentración celular de aproximadamente 1×10^5 ufc/ml a 5×10^8 ufc/ml del fluido que se va a tratar.

25 Los microorganismos en bioaumentación proliferan en el ambiente de desechos y comienzan inmediatamente para biodegradar el residuo. El procedimiento de bioaumentación es sostenible y satisfactorio, ya que el ambiente de desechos se usa para nutrir y hacer crecer los microorganismos. La utilización del ambiente de desechos como la fuente principal de nutrientes aclimata completamente los microorganismos al ambiente de desechos y ahorra gastos en el suministro de nutrientes externos a los microorganismos en crecimiento. Se hizo disminuir el tiempo para preparar el cultivo microbiológico, ya que la aclimatación se produce simultáneamente al crecimiento de los microorganismos y a que no necesita una etapa de aclimatación separada.

30 En una realización, el biorreactor se sitúa en el sitio de tratamiento del residuo para proporcionar bioaumentación in situ. En otra realización, se hacen crecer los microorganismos y el ambiente de desechos se pretrata in situ en un biorreactor localizado en el sitio del bioaumentación en el ambiente de desechos. El suministro de microorganismos in situ proporciona una rápida administración al ambiente de desechos y minimiza cualquier perjuicio, tal como una supervivencia corta, que se pueda producir a los microorganismos durante la administración a partir de entornos cambiantes o inestables.

35 El biorreactor de bioaumentación in situ puede ser cualquier tipo de biorreactor convencional. En una realización, el biorreactor in situ contiene un tanque equipado con aireación, calentamiento, pH, oxígeno disuelto y dispositivos de vigilancia de la temperatura. Puede instalarse en el biorreactor un mezclador, tal como un agitador o una paleta, para aumentar la mezcla del fluido. El biorreactor tiene al menos una entrada para recibir una parte del ambiente de desechos que se va a tratar y un suministro de microorganismos en aumento para la inoculación o la siembra y al menos una salida para liberar los microorganismos incubados. El biorreactor puede operarse de forma continua o periódica.

40 La Figura 1 muestra una realización ilustrativa de un procedimiento industrial de purificación de aguas residuales (10) que utiliza un reactor de bioaumentación in situ (20). El agua residual industrial (30) se pretrata opcionalmente (40) para eliminar los sólidos gruesos y los sólidos en suspensión. En una realización, el agua residual (30) se criba para eliminar o reducir los sólidos gruesos con cribas o rejillas de barras. En otra realización, el agua residual (30) se pretrata (40) con clarificadores de flotación por aire disuelto que utilizan agua que contiene gas atrapado para eliminar el aceite, la grasa y otros tipos de sólidos en suspensión.

45 El agua residual industrial (30) se trata opcionalmente de forma anaerobia en un tanque anaerobio (50) para digerir o biodegradar los contaminantes. La biodegradación se produce en ausencia de oxígeno e implica la descomposición biológica de la materia orgánica e inorgánica hasta una variedad de productos finales, entre los que se incluyen metano, dióxido de carbono y compuestos intermedios, que son más fáciles de oxidar en el tanque de aireación (60).

50 Una parte del agua residual (30) se desvía a un biorreactor de bioaumentación (20) y el resto del agua residual (30) se alimenta a un tanque de aireación (60). En el biorreactor (20) el agua residual (30) se trata para destruir, inactivar o disminuir los microorganismos naturales para evitar que los microorganismos naturales contaminen el cultivo de microorganismos en aumento de los microorganismos en aumento. En una realización, el biorreactor (20) se calienta a una temperatura de al menos aproximadamente 50 °C y el agua residual (30) se trata en el reactor (20). Tras el

tratamiento, la temperatura en el biorreactor (20) se reduce a una temperatura adecuada para hacer crecer los microorganismos en aumento. En una realización, la temperatura se reduce a una temperatura de aproximadamente 37 °C o inferior. En otra realización, se hace disminuir la temperatura a una temperatura en el intervalo de entre aproximadamente 25 °C a aproximadamente 37 °C.

5 Un suministro de microorganismos en aumento (70) se alimenta al biorreactor (20) para la siembra del cultivo de microorganismos en aumento. El biorreactor (20) se airea (80) para hacer crecer los microorganismos en aumento con un suministro de aire u oxígeno. Se pueden proporcionar nutrientes suplementarios (90) según sea necesario, para potenciar el crecimiento de los microorganismos en aumento. Los microorganismos en aumento sembrados se activan y comienzan a crecer y proliferar en el biorreactor (20) y forman un cultivo microbiológico. Simultáneamente, los microorganismos en aumento se aclimatan al agua residual (30).

10 El procedimiento para tratar el agua residual (30) y hacer crecer los microorganismos en aumento puede desarrollarse como un procedimiento discontinuo o puede desarrollarse de forma continua. En una realización, el procedimiento se desarrolla en modo discontinuo. El agua residual se esteriliza en el biorreactor (20) calentando el biorreactor (20) a la temperatura adecuada y a continuación enfriando el biorreactor (20) para sembrar el biorreactor con los microorganismos en aumento y hacer crecer los microorganismos en aumento. En otra realización, el procedimiento se desarrolla de forma continua tratando el agua residual (30) en un tanque de esterilización separado (no se muestra). A continuación se suministra el agua residual tratada al biorreactor (20) para sembrar y hacer crecer los microorganismos en aumento. El tanque de esterilización separado puede suministrar el agua residual tratada al biorreactor de forma continua o periódica (20).

20 El cultivo de microorganismos aumentados (25) se administra a continuación al tanque aerobio (60), que contiene también el resto del agua residual (30). El tanque aerobio (60) se airea, tal como a partir de un suministro de aire u oxígeno, y el cultivo de microorganismos aumentados comienza a digerir y descomponer la materia orgánica y la materia inorgánica, tal como el amoníaco, que está en el agua residual (30).

25 El agua residual tratada de forma aerobia se alimenta a un clarificador (100) para separar el agua residual purificada (110) procedente de la biomasa o del fango activado (120) por sedimentación. El agua residual purificada (110) se retira por la parte superior del clarificador (100). El fango activado (120) se puede descartar o se puede devolver al tanque anaerobio (50) si se utiliza o al tanque aerobio (60) para rellenar la biomasa en estos tanques.

30 La Figura 2 muestra una realización ilustrativa de un procedimiento industrial de purificación de aguas residuales (200) utilizando un reactor de bioaumento in situ (210). El agua residual industrial (220) se pretrata opcionalmente (230) para eliminar los sólidos gruesos y los sólidos en suspensión. En una realización, el agua residual (220) se criba para eliminar o reducir los sólidos gruesos con cribas o bastidores de barras. En otra realización, el agua residual (220) se pretrata (230) con clarificadores de flotación por aire disuelto que utilizan agua que contiene gas atrapado para eliminar el aceite, la grasa y otros tipos de sólidos en suspensión.

35 El agua residual industrial (220) se trata opcionalmente de forma anaerobia en un tanque anaerobio (240) para digerir o biodegradar los contaminantes. La biodegradación se produce en ausencia de oxígeno e implica la descomposición biológica de la materia orgánica e inorgánica hasta una variedad de productos finales, incluyendo metano, dióxido de carbono y compuestos intermedios, que son más fáciles de oxidar en el tanque de aireación (250).

40 Una parte del agua residual (220) se desvía a un biorreactor de bioaumento (210) y el resto del agua residual (220) se alimenta a un tanque de aireación (250). Antes de entrar en el biorreactor (210), la corriente de agua residual desviada pasa a través de una membrana (260) para eliminar los microorganismos naturales por filtración con el fin de evitar que los microorganismos naturales contaminen los microorganismos en aumento en el biorreactor (210). En una realización, la membrana (260) es una membrana de microfiltración (MF) o de ultrafiltración (UF). El agua residual filtrada (265) se alimenta al biorreactor (210). El residuo (262) procedente de la membrana (260) se alimenta al tanque de aireación (250).

45 Un suministro de microorganismos en aumento (270) se alimenta al biorreactor (210) para la siembra del cultivo de microorganismos en aumento. El biorreactor (210) se airea (272) para hacer crecer los microorganismos en aumento con un suministro de aire u oxígeno. Se pueden proporcionar nutrientes suplementarios (274) según sea necesario, para potenciar el crecimiento de los microorganismos en aumento. Los microorganismos en aumento sembrados se activan y comienzan a crecer y proliferar en el biorreactor (210) y forman un cultivo microbiológico. Simultáneamente, los microorganismos en aumento se aclimatan al agua residual (220). El procedimiento para tratar el agua residual (220) y hacer crecer los microorganismos en aumento puede desarrollarse como un procedimiento discontinuo o puede desarrollarse de forma continua.

50 El cultivo de microorganismos aumentados (215) se administra a continuación al tanque aerobio (250), que contiene también el resto del agua residual (220). El tanque aerobio (250) se airea, tal como a partir de un suministro de aire u oxígeno, y el cultivo de microorganismos aumentados comienza a digerir y descomponer la materia orgánica y la materia inorgánica, tal como el amoníaco, que está en el agua residual (220).

55 El agua residual tratada de forma aerobia se alimenta a un clarificador (290) para separar el agua residual purificada

(225) procedente de la biomasa o del fango activado (295) por sedimentación. El agua residual purificada (225) se retira por la parte superior del clarificador (290). El fango activo (295) se puede descartar o se puede devolver al tanque anaerobio (240) si se utiliza o al tanque aerobio (250) para rellenar la biomasa en estos tanques.

5 Para que los expertos en la materia sepan llevar a la práctica la presente divulgación, se proporcionan los siguientes ejemplos por medio de ilustración.

Ejemplo

Ejemplo 1

10 Se preparó un agua residual sintética mezclando 25 g de caldo nutriente Fluka® N° 1, (que contiene 15 g de peptona, 3 g de extracto de levadura, 6 g de cloruro de sodio y 1 g de D(+)-glucosa), 500 mg de fenol y 1 l de agua. El agua residual sintética se esterilizó mediante vapor a 121°C durante 15 minutos. 100 ml de agua residual esterilizada se vertieron en cada uno de cuatro matraces Erlenmeyer de 500 ml. Se inoculó el matraz I con 100 mg de BioPlus® 2900 (BioPlus® 2900 es un producto de bioaumentación comercializado por GE Water and Process Technologies. Es un producto sólido que contiene una cantidad de bacterias de aproximadamente 5×10^9 ufc por gramo de soporte de salvado seco). Se inoculó el matraz II con 300 mg de BioPlus® 2900. Se inoculó el matraz III con un fango activado urbano a 0,02 g/l SSLM (sólidos en suspensión del licor mezcla). Se inoculó el matraz IV con un fango activado urbano a 0,04 g/l SSLM. El fango activado usado se almacenó en el refrigerador durante la noche antes de utilizarse. Se agitaron los cuatro matraces a 100 rpm a 30 °C en un agitador con un baño de agua.

20 Se tomó y midió una muestra del cultivo celular de cada matraz. Se usó un espectrofotómetro HACH® DR5000 funcionando a una longitud de onda de luz de 600 nm para determinar la densidad óptica de cada muestra. La Figura 3 muestra el crecimiento celular tal como se midió mediante la densidad óptica frente al tiempo para cada muestra. Se tomaron periódicamente muestras de cada matraz y se midieron y se representaron gráficamente en la Figura 3. Durante un periodo de tiempo de 35 horas, no se observaron diferencias significativas entre los perfiles de crecimiento celular de estos cuatro matraces. Aunque las concentraciones de fangos activados inoculados en los matraces III y IV fueron sustancialmente menores en comparación con un tanque de tratamiento de aguas residuales con un fango activado típico, que tiene una concentración normal en el intervalo de 2-4g/l SSLM, y no fue en un entorno verdaderamente activo (que se había almacenado en el refrigerador durante la noche antes de la inoculación), este creció a la misma velocidad que los microorganismos en bioaumentación sembrados en los matraces I y II. La Fig. 3 muestra también que los microorganismos en aumento inoculados se activaron, se aclimataron completamente, y proliferaron, de tal manera que hubo un aumento de 2-3 unidades logarítmicas (100-1000 veces) de la cantidad de bacterias.

35 Se tomó 1 ml de cultivo del matraz III a las 24 horas (durante la fase de crecimiento exponencial) y se inoculó en un matraz Erlenmeyer nuevo de 500 ml que contenía 100 ml del agua residual sintética esterilizada (matraz AS). La Figura 4 muestra el perfil de crecimiento celular de las muestras procedentes del matraz AS. Se incluyeron también en la Figura 4, para comparación, los perfiles de crecimiento celular de las muestras procedentes de los matraces I y II. Los microorganismos inoculados procedentes del fango activado que crecía activamente crecieron mucho más rápido (aproximadamente tres veces más rápido que lo calculado por la velocidad específica de crecimiento) durante las primeras 10 horas en comparación con los inoculados con el producto BioPlus®. Por tanto, si el agua residual se utiliza para activar, aclimatar y proliferar los microorganismos en bioaumentación sin tratar de eliminar o reducir los microorganismos naturales en el agua residual volverán a crecer fácilmente y contaminarán el cultivo de los microorganismos en bioaumentación. Como resultado, los nutrientes del agua residual serán consumidos por los microorganismos naturales y se inhibirá mucho el crecimiento de los microorganismos en bioaumentación y se contaminarán por los microorganismos naturales.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de purificación de un ambiente de desechos que comprende separar una parte del ambiente de desechos y tratar la parte separada del ambiente de desechos para inactivar o disminuir los microorganismos naturales, añadiendo microorganismos en aumento a la parte tratada del ambiente de desechos en un biorreactor, hacer crecer y aclimatar simultáneamente, al ambiente de desechos a tratar, un cultivo microbiológico de los microorganismos en aumento en el biorreactor y descargar el cultivo microbiológico en el ambiente de desechos; en el que el ambiente de desechos es agua residual o de vertedero, y los microorganismos en aumento son adecuados para biodegradar los contaminantes en el ambiente de desechos.
- 10 2. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que tratar una parte del ambiente de desechos comprende calentar, pasteurizar, esterilizar o tratar el ambiente de desechos para reducir o inactivar los microorganismos naturales viables.
- 15 3. El procedimiento de la reivindicación 2 en el que la parte del ambiente de desechos se calienta a al menos aproximadamente 50 °C durante un periodo de tiempo de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 1 hora.
4. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que tratar una parte del ambiente de desechos comprende filtrar el ambiente de desechos a través de una membrana.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la membrana comprende una membrana de microfiltración o de ultrafiltración.
6. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que los microorganismos en aumento son añadidos en una concentración celular de al menos aproximadamente 1×10^4 ufc por mililitro de fluido.
- 20 7. El procedimiento de la reivindicación 1 en el que el biorreactor es un biorreactor de bioaumento *in situ* localizado en el sitio del ambiente de desechos.
- 25 8. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior para purificar agua residual, que comprende además, tras descargar el cultivo microbiológico al agua residual, hacer proliferar el cultivo microbiológico en el ambiente de desechos para descomponer la materia orgánica e inorgánica en el agua residual y separar el agua residual purificada de la biomasa.

FIG. 1

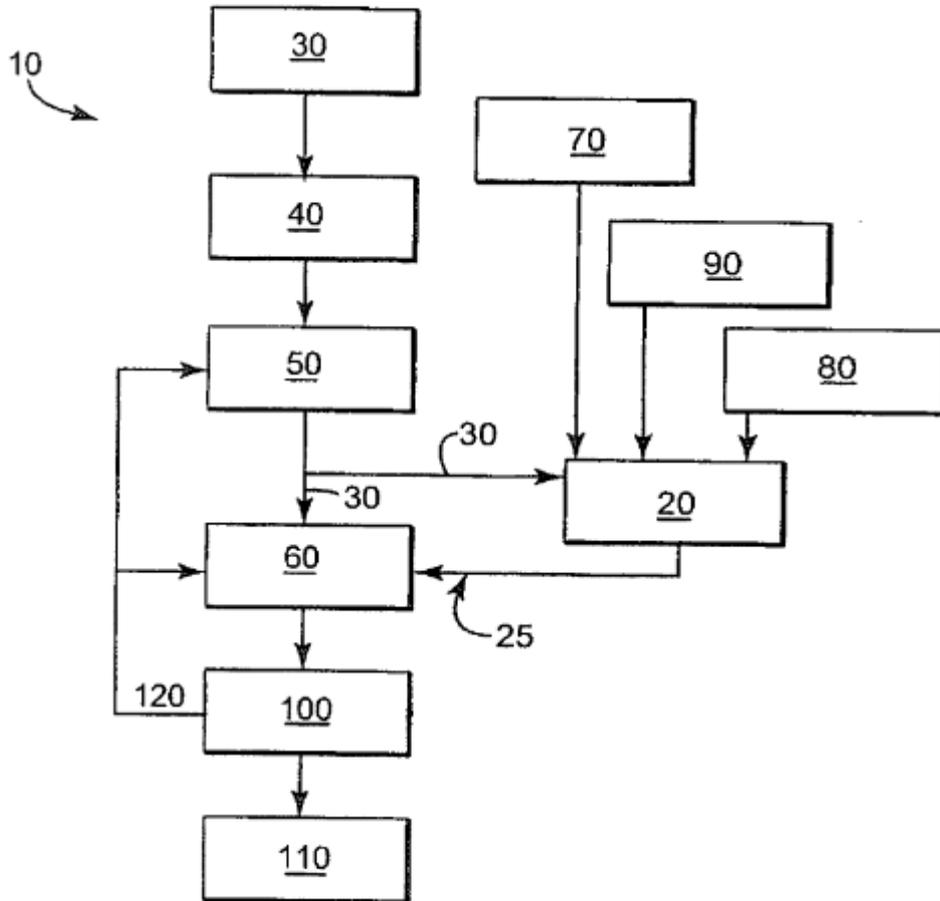


FIG. 2

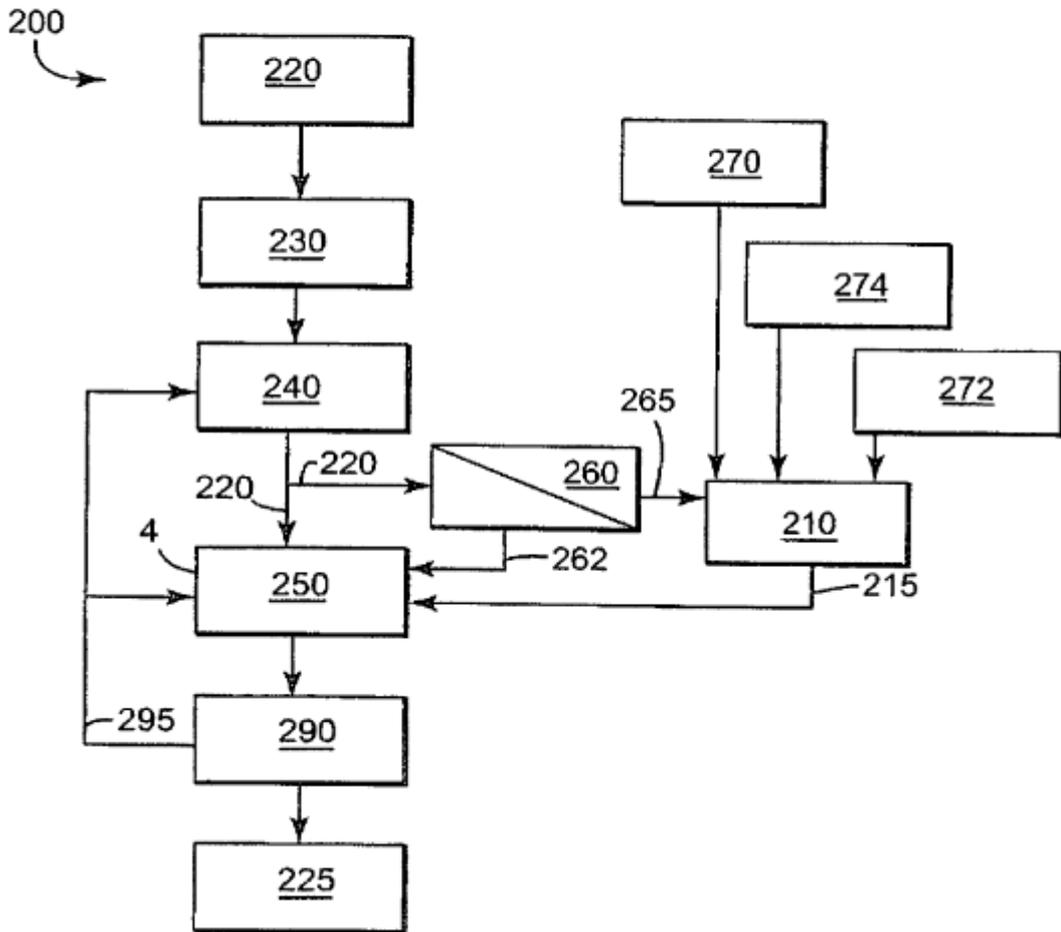


FIG. 3

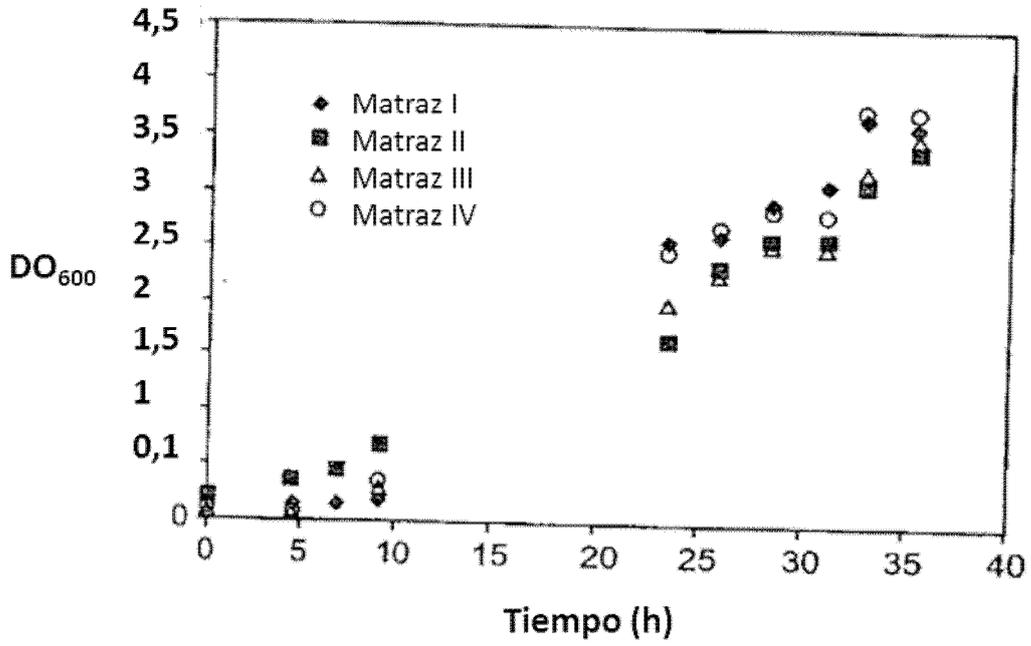


FIG. 4

