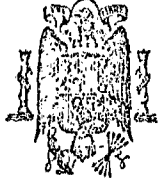


MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

15 MAR. 1978

CONCEDIDA

PATENTE DE INVENCION

ES

11

21

22

NUMERO

460.502

AI

FECHA DE PRESENTACION

7-Julio-1.977

30) PRIORIDADES:	32) FECHA	33) PAIS
31) NUMERO		
76/07763-5	7-7-76	Suecia

47) FECHA DE PUBLICIDAD	51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	e02c	

64) TITULO DE LA INVENCION
"UN PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA LA DEGRADACION AEROBIA, SUSTANCIALMENTE TERMOFILA, EN FASE LIQUIDA, DE UNA SUSTANCIA DEGRADABLE POR MICROORGANISMOS"

71) SOLICITANTE (S)
P L M AB (WI/GA/aj)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Djöknegatan 16, S-211 35 Malmö, Suecia

72) INVENTOR (ES)
Carl-Göran Herbert CARLSSON

73) TITULAR (ES)

74) REPRESENTANTE
FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ (P.- 66.479)

IAR.

1 La presente invención se refiere a un procedimiento de degradación acrobica y termófila, en fase líquida (formación de composte en húmedo), de sustancias microbiológicamente degradables.

5 Se conocía ya anteriormente, por el método llamado de formación de composte en seco, el transformar materia sólida en composte y estabilizar agua residual más o menos no espesada. Los procedimientos de la técnica anterior requieren generalmente mucho tiempo por el bajo nivel de reacción, y en su mayoría se efectúan de modo discontinuo. La
10 presente invención se diferencia de la técnica anterior, entre otras cosas, en que no se refiere a la formación de composte en seco sino a la formación de composte en húmedo, y en que comprende un proceso continuo con un alto nivel de reacción. Otra característica propia de la presente
15 invención es que, contrariamente a la simple degradación en pequeña escala de los llamados residuos domésticos y corporales humanos, se refiere fundamentalmente al manejo y la degradación de residuos y lodos de instalaciones de tratamiento municipales, de diferentes industrias (fundamentalmente la industria de la madera incluyendo la pasta, el cartón, etc.), las industrias de alimentos y de fermentación. Por encima de todo, las grandes cantidades de
20 residuos que están implicadas en las anteriores industrias suponen la implantación de requerimientos completamente diferentes, y mucho más estrictos, en la planificación de los procedimientos de degradación, en comparación con el tipo más sencillo de tratamiento implicado en la degradación de residuos domésticos. Para que el procedimiento sea
25 racional y económicamente viable, tiene que ser posible

30

1 tratar grandes cantidades de residuos en un tiempo breve
y con un equipo sencillo, tanto con respecto a la maquina
ria como al mantenimiento y supervisión, requiriendo este
último un proceso continuo. Sin embargo, la técnica ha ca
5 recido hasta ahora de tal proceso rápido, continuo, efi-
caz y aerobio de formación de composte en húmedo, para el
manejo y degradación de grandes cantidades de residuos de,
fundamentalmente, las fuentes antes citadas. Habiendo evi
10 tado la invención este inconveniente, puede decirse que el
estado de la técnica se ha mejorado enormemente. Por ejem
plo, gracias a la presente invención es posible sustituir,
en las instalaciones municipales de tratamiento de aguas
residuales, los depósitos de digestión anaerobia, que fre
15 cuentemente funcionan insatisfactoriamente y pueden dar
lugar a olores desagradables. Otra ventaja de la presente
invención, en comparación con el proceso en depósito de
digestión de anaerobia, es que el procedimiento aerobio
según la invención crea una cantidad considerable de ca-
20 lor que aumenta la temperatura del material tratado hasta
un valor de hasta 80°C, con lo que se mata rápidamente
cualquier organismo patógeno o parásito, así como las ma
lezas. Además, y gracias a que las condiciones de mezclado
del procedimiento según la presente invención son intensi
25 vas, el efecto antibiótico es rápido y potente, así como
la transmisión de calor en la fase masiva, haciéndose así
homogéneas y estables las condiciones de temperatura, es
decir que no habrá zonas no tratadas. Finalmente, en el
procedimiento según la presente invención, se crea calor
30 en exceso que puede emplearse para el precalentamiento de
los residuos que han de tratarse, o puede utilizarse para

1 otros fines, tales como calentamiento de agua.

5 Para alcanzar el nivel necesario de reacción y de rapidez en el procedimiento según la presente invención, tienen que cumplirse ciertas condiciones críticas con relación al tamaño de partícula, contenido de materia seca y pH. Además, el procedimiento puede acelerarse por adición de ciertas enzimas o por recirculación de sustancias termófilas activas que colaboran en el proceso de degradación y/o en la deshidratación de la materia tratada.

10 Por la presente invención se consigue una optimización total o casi total del proceso de degradación que tiene lugar en la fase líquida. La reacción en la fase líquida implica, en procedimientos aerobios y termófilos, que el transporte de masa en la capa límite de los microorganismos esenciales para la velocidad y el rendimiento de la
15 reacción, puede controlarse del modo que se desee por medio del control y regulación de parámetros aplicables en la masa líquida, tales como la temperatura, la velocidad e intensidad de agitación, la duración de la residencia, la cantidad de aire y/u oxígeno, el tamaño de las burbujas
20 gaseosas, la adición de CO₂, la presión total y parcial de la fase gaseosa, el nivel de pH, el contenido de materia seca, el carbono y el nitrógeno disponibles, etc. En la presente invención, todos estos parámetros esenciales están optimizados.

25 Así, y con relación a lo anterior, la presente invención proporciona un procedimiento de degradación aerobia y sustancialmente termófila, en fase líquida, de sustancias microbiológicamente degradables, procedimiento en el que el tamaño de partícula de la sustancia microbiológica

1. camente degradable se reduce de modo que sea, antes de la degradación, de como máximo 50 mm, y la sustancia se mezcla con un líquido hasta un contenido de materia seca de como máximo 15% en peso, para producir una suspensión cuyo pH se regula en un valor de 12 como máximo, exponiéndose la suspensión preferiblemente a enzimas activadoras de la degradación, y siendo precalentado hasta una temperatura de desde 40 a 80°C, y la suspensión así precalentada se somete después a un tratamiento continuo, aerobio y sustancialmente termófilo de degradación, bajo la acción de microorganismos aerobios, fundamentalmente termófilos, en presencia de aire, durante un período de tiempo de como máximo 10 días, regulándose la temperatura de la suspensión durante la degradación termófila del modo necesario a de 40 a 80°C, y preferiblemente de 55 a 65°C, y el lodo activo formado durante el tratamiento de degradación o después del mismo, y que conticne microorganismos aerobios fundamentalmente termófilos, se emplea para inocular suspensión no tratada. Finalmente, la suspensión restante ya tratada se deshidrata en grado variable, y posiblemente se enriquece con sustancia nutriente o se acondiciona de otro modo para que sirva como mejorador del suelo.

El procedimiento según la presente invención se describirá ahora por medio de la descripción de las diferentes etapas del proceso.

Dependiendo del material de partida particular que se usé en el procedimiento según la invención, es decir aguas residuales espesadas o no espesadas, lodo de instalaciones municipales de tratamiento de aguas residuales, de la industria maderera, la industria de alimentación,

1 la industria de fermentación, etc., u otros residuos orgá-
nicamente activos de tales industrias, por ejemplo pela-
duras de patatas, ha de tenerse primero cuidado en compro-
bar que el material satisface los requerimientos neces-
5 rios de trituración. La razón de ello es que, para alcan-
zar el alto nivel de reacción en la degradación y para
conseguir una deshidratación y manejabilidad satisfacto-
ria del producto, es importante que el material sea de
tamaño de partícula tan pequeño como sea posible. Acerca
de ésto, se ha estimado como correcto un tamaño máximo de
10 partícula de 50 mm en la presente invención, y, preferi-
blemente, el material de partida ha de tener un tamaño de
partícula menor de 10 mm, y de modo más concreto en el in-
tervalo de desde 0,0001 a 10 mm, siendo mejor el resulta-
do cuanto menor el tamaño de partícula. Los tamaños gran-
15 des de partícula de hasta 50 mm en el material de partida
se usan sólo si el tamaño de partícula se somete además a
una reducción durante el propio proceso, por ejemplo cuan-
do el mezclado de la suspensión líquida se efectúa por me-
dio de una bomba molturadora que produce un tamaño final
20 de partícula de como máximo 10 mm. En general, el tamaño
final de partícula de la sustancia degradada microbioló-
gicamente y transformada en composte en húmedo ha de ser
tan pequeño como sea posible, y no exceder de 10 mm.

25 Una vez que el tamaño de partícula de sustancia
microbiológicamente degradable se ha regulado según lo
antedicho, se ajusta el contenido de materia seca requere-
do de la sustancia por adición de líquido, si ello es
necesario. Para los fines de la presente invención, la
sustancia ha de estar presente en forma de una suspensión
30

1 - líquida bombeable, lo que limita el contenido de materia seca de la suspensión a un máximo de alrededor de 15% en peso, y normalmente de 1 a 12% en peso.

5 Al mismo tiempo que el ajuste del contenido de materia seca, o después del mismo, se ajusta el pH de la suspensión para que esté en el nivel óptimo con relación a la degradación microbiana. En este caso, un pH superior a 12 es inadecuado, y preferiblemente el pH ha de estar en la zona de desde 3,5 a 10.

10 Para efectuar un proceso de degradación óptimo, otra característica propia de la presente invento es que después se añaden preferiblemente enzimas a la suspensión líquida que contiene la sustancia microbiológicamente de-
15 gradable. La razón es que la degradación microbiana de moléculas y compuestos grandes y complejos tiene lugar, por regla general, porque las enzimas desprendidas de los mi-
croorganismos dividen las moléculas y compuestos en frag-
20 mentos que pueden absorberse y convertirse por los propios microorganismos, dando la degradación termófila de mate-
rial orgánico sustancialmente dióxido de carbono y agua
25 como productos finales. Por adición de diferentes enzimas específicas, sólo o en combinación unas con otras, la división de las moléculas y los compuestos se acelera antes de la fase de reacción en la que los propios organismos que se degradan producen tales enzimas, o después de la misma. En esta reacción, la división tiene lugar, sorprendentemente, de modo rápido y completo, en comparación con la reacción sin aditivos enzimáticos especiales, ya que hay disponibles sustancias divididas para su absorción en las células del microorganismo. Los aditivos enzimáticos

1 que aquí se consideran son amilasas, lipasa y proteinasas.
Como se sugirió antes, las enzimas se añaden antes de la
reacción real de degradación o durante la misma, siendo
adecuado añadir las enzimas al comienzo de la reacción de
degradación, dado el corto margen de vida y la duración
5 de la actividad de las enzimas. La adición de enzima se
efectúa en una cantidad de desde 0,01 a 10% en peso, cal-
culada con respecto a la cantidad de sustancia orgánica
seca en la suspensión.

10 Además, en la descomposición enzimática forzada
de materia orgánica residual, que frecuentemente tiene
una estructura molecular que forma un retículo del tipo
de polisacárido, el agua retenida en el lodo se despren-
de de modo mucho más sencillo que en reacciones espontá-
neas sin un aditivo enzimático especial, razón por la que
15 se obtiene un nivel sorprendentemente más alto de deshidra-
tación en un tiempo sustancialmente más corto en la des-
composición forzada. En particular, este efecto se obtie-
ne cuando se añaden amilasas, siendo posible conseguir
velocidades de deshidratación de hasta varios cientos de
20 veces mayores que tras los procedimientos correspondien-
tes de degradación espontánea.

En conjunción con la adición esencial de enzimas,
puede conseguirse una optimización adicional del proce-
dimiento según la presente invención por adición especial
25 de cultivos de inoculación mesófilos y/o termófilos espe-
cíficos en una cantidad de hasta 5% en peso. Muchos de
tales cultivos pueden obtenerse en forma de masas bacte-
rianas liofilizadas. En la degradación de residuos huma-
nos, por ejemplo, puede efectuarse un procedimiento de
30

1 degradación que es hasta un 50% más rápido que la degrada-
ción espontánea empleando los organismos comprendidos de
modo natural en el residuo. Sin embargo, ha de observarse
que cuando se emplea una adición particular de cultivo de
5 inoculación, hay que efectuarla preferiblemente sólo en la
etapa inicial del proceso de degradación, es decir al ini-
ciarse el proceso, ya que cuando se ha obtenido un cultivo
de bacterias adecuado por el propio proceso, la inoculación
puede efectuarse simplemente por recirculación (que a su
10 vez puede optimizarse) de lodo desde la etapa activa hasta
el flujo de entrada. Después se efectúa a ciertos interva-
los una adición especial de cultivo de inoculación para
evitar un cambio en las propiedades microbianas, entre
otras cosas por mutación de las cepas activas.

15 La adición de diferentes enzimas y cultivos de ino-
culación pueden combinarse entre sí y dar, en la presente
invención, un efecto de degradación superpuesto y sorpren-
dentemente mucho mayor que la adición de enzimas sólo o
de cultivo de inoculación sólo. Sin embargo, la adición
20 simultánea de proteínas y cultivo de inoculación debe evi-
tarse.

Además, para conseguir rápidamente una alta veloci-
dad de degradación, es aconsejable precalentar la suspen-
sión líquida de sustancia biológicamente degradable antes
de introducirla en el reactor de degradación. Este preca-
lentamiento se efectúa adecuadamente por medio de un cam-
biador de calor convencional, empleando el calor en exce-
so que se produce en el proceso de degradación termófilo.
A este respecto, la temperatura de precalentamiento está
25 situada en el intervalo de desde 40 a 80°C, y preferible-
30

1 mente de 55 a 65°C.

5 Después de las etapas preparatorias antes descri-
tas, la suspensión líquida que contiene la sustancia mi-
crobiológicamente degradable ha de someterse a una degra-
dación aerobia, fundamentalmente termófila, siendo nece-
sario, para mantener la reacción de degradación, suminis-
trar a la suspensión un gas que contiene oxígeno, tal co-
mo aire, y agitarla. El agitador ha de ser tal que sea ca-
paz de trabajar en todo el volumen de suspensión en el
10 reactor de degradación en como máximo alrededor de 50 ho-
ras, y preferiblemente de 0,2 a 5 horas.

15 Dependiendo del diseño del reactor que se usó para
la reacción de degradación propiamente dicha, el suminis-
tro de gas que contiene oxígeno y la agitación de la sus-
pensión pueden efectuarse de modos diferentes. La reacción
continua de degradación en el procedimiento según la in-
vención permite el uso de varios tipos diferentes de reac-
tores, tales como reactores de depósitos sencillos y aco-
plados y reactores tubulares, torres, columnas y recipien-
tes, con o sin rellenos y placas de asiento correspondien-
20 tes a columnas de destilación, torres de adsorción para
gas y líquido, y evaporadores. Los rellenos pueden ser de
configuración diversa, tales como anillos raschig, silla
de montar y similares, mientras que las partes inferiores
son, entre otros, del tipo de campana, de válvula y del
25 tipo de placa perforada. Además, se disponen diferentes
formas de placas de guía y deflectoras para las corrien-
tes flúidas. Entre los reactores tubulares, hay que citar
particularmente el llamado Mezclador Estático usado en
30 diferentes aplicaciones químico-técnicas. A este respecto,

1 hay que advertir que la invención no se limita a ninguna
forma particular de aparato reactor, satisfaciéndose las
condiciones de la presente invención siempre que el reac-
tor en cuestión permita un proceso continuo con suministro
de gas satisfactorio y adecuada agitación de la suspensión.
5 Dada la importancia que tiene una mezcla gaseosa y una agi-
tación correctas para el procedimiento según la invención,
tiene que preferirse particularmente, sin duda (y también
desde el punto de vista de funcionamiento y servicio) dis-
poner la agitación de la suspensión líquida por separado o
10 exteriormente con respecto al reactor de degradación pro-
piamente dicho. Esto se efectúa adecuadamente por medio de
un ventilador o bomba que agita la suspensión y le da un
potencial motor para su posterior transporte. En los casos
15 en los que el reactor de degradación consiste en un sólo
depósito reactor, o varios conectados en serie, con conti-
nua circulación de la suspensión que se está sometiendo a
la degradación microbiana, se dispone una bomba o ventila-
dor en asociación con el depósito reactor, o en asociación
20 con cada reactor, recibiendo la bomba un flujo parcial de
mayor o menor volumen desde el reactor, y, durante la agi-
tación, transportando la suspensión, o bien de nuevo al
mismo reactor y/o al depósito reactor siguiente.

Preferiblemente hay un cambiador de calor de tipo
25 convencional conectado a la bomba o al ventilador para ex-
traer calor de la suspensión y conseguir así una regulación
de temperatura de la reacción de degradación termófila. Co-
mo se sugirió antes, el calor extraído se usa para preca-
lentar la suspensión líquida que hay que someter al trata-
30 miento de degradación.

1 Dado que la suspensión bombeada contiene lodo acti
vo formado en la reacción de degradación, el flujo de sus-
pensión de la bomba o el ventilador puede acoplarse, cuan-
do la recirculación se efectúa al mismo reactor, al flujo
5 de suspensión de nueva aportación, sin tratar, que entra
en el reactor, para efectuar allí la inoculación de la sus-
pensión de nueva aportación con cultivo de bacterias.

El potencial motor (obtenido de la bomba o el ven-
tilador) de la suspensión se usa preferiblemente para efec-
10 tuar una mezcla eficaz de aditivos, tal como aire, en la
masa líquida, ya que la suspensión se lleva a través de
un inyector antes de introducirla en el reactor. En tal
inyector, también puede mezclarse un líquido tal como una
15 disolución de enzimas o una disolución que contiene una
fuente de nitrógeno, independientemente de las corrientes
de aditivo gaseoso tal como aire. La fuente de nitrógeno
se mezcla aquí para regular la relación C/N de modo que
esté comprendida entre 1:1 y 100:1, que es adecuada para
20 obtener el mejor desarrollo de las bacterias en la degra-
dación. Se ha encontrado, en la presente invención, que
el uso de un inyector da una mezcla superior, gracias a
las condiciones de mezclado particulares, "choque de mez-
clado" y "flujo en espuma", que prevalecen en la parte de
compresión y expansión, respectivamente, del inyector. En
25 este caso, la mezcla especial de aire u otro gas será muy
rápida y eficaz, con disolución casi instantánea del gas
en el líquido.

Para que la reacción de degradación aerobia trans-
curra a velocidad satisfactoria, es necesario el suminis-
30 tro de hasta 25 litros de aire por litro de suspensión y

1 por segundo, y preferiblemente de 0,05 a 10 de aire por
litro de suspensión y por minuto.

5 En los casos en que la bomba o el ventilador se
emplean sólo para agitación e introducción de gas (y por
lo tanto no se trata de la introducción continua en el
reactor o los reactores de degradación, y la descarga con
10 tinua de los mismos), no es necesario hacer funcionar con
tinuamente la bomba o el ventilador, siendo suficiente un
funcionamiento intermitente, y con frecuencia incluso ven
tajoso. Dependiendo del transporte de masa en el sistema,
y de la capacidad de aspiración y respiración de los mi
croorganismos, las pausas de tiempos muertos pueden contro
larse de modo que la relación tiempo muerto: tiempo de tra
bajo sea de desde 0,01:1 a 25:1. Esto supone una reducción
15 considerable en los costes de funcionamiento, que en gran
parte constan de costes de energía para las bombas y la
maquinaria motriz.

Así, aunque en la presente invención ha de preferir
se particularmente la agitación de la masa líquida por me
20 dio de una bomba o un ventilador en combinación con un in
yector para la introducción de gas, sin embargo es posible
(aunque menos preferido) emplear una agitación interna en
el reactor de degradación, por medio de un agitador conven
cional combinado con introducción de aire por medio de una
25 tobera, o por el impacto hacia abajo de un flujo líquido
circulante sobre la superficie libre de líquido en el reac
tor. No obstante, estos métodos de mezcla de gas son menos
eficaces en comparación con la mezcla de gas por medio de
un inyector.

30 La recirculación antes discutida de la suspensión

1 desde el reactor de degradación es una característica pro-
pia de la presente invención, que no sólo permite una ino-
culación sencilla y sin complicaciones de suspensión líqui-
da entrante no tratada, sino además una regulación eficaz
5 de la retención de agua y la estructura física del produc-
to tratado. La retención de agua o la capacidad de deshi-
dratación del producto se ha discutido anteriormente en re-
lación con la adición de enzimas, y es suficiente citar
aquí que el recirculado de la suspensión también afecta a
esta propiedad, dando una mayor recirculación una mejor ca-
10 pacidad de deshidratación. La estructura física del produc-
to final esté influida también por la recirculación, en
particular si la recirculación se efectúa por medio de una
bomba disgregadora, tal como una bomba de rueda entubada.
En tal bomba, el material se tritura como hasta un tamaño
15 de partícula muy pequeño, que puede ser útil para conse-
guir una dispersión sencilla del producto acabado. La tri-
turación de las partículas es también valiosa en el proce-
so de degradación, ya que el pequeño tamaño de partícula
implicado supone que se estabilizan y optimizan el caudal
20 de material y la velocidad de la reacción de degradación.

Los parámetros antes descritos, es decir tamaño
de partícula, contenido de materia seca, pH, adición de en-
zimas, precalentamiento, suministro de gas y agitación,
suponen una optimización de gran alcance del proceso. Sin
25 embargo, para lograr una optimización completa, también
hay que regular la temperatura y el tiempo de residencia
de la sustancia microbiológicamente degradable en la pro-
pia reacción de degradación. La presente invención exige
30 una regulación de la temperatura, de modo que esté compren-

1 dida entre 40 y 80°C, y preferiblemente entre 55 y 65°C,
como se dijo anteriormente, y esta regulación de tempera-
tura se efectúa por medio de cambiadores de calor exte^{ri}o-
res, que se instalan preferiblemente en conjunción con la
bomba o el ventilador de circulación y mezclado. Natural-
5 mente, también es posible equipar el recipiente de reac-
ción con una camisa de enfriamiento que regula el calor en
exceso producido. El tiempo de residencia depende de los
restantes parámetros del proceso, pero el proceso como un
todo es muy rápido, y normalmente se consigue la degrada-
10 ción completa en menos de 10 días. Normalmente, el trata-
miento de degradación se efectúa durante un tiempo de 0,1
a 5 días, empleándose los tiempos más cortos de tratamien-
to cuando todos los parámetros del proceso están en el ni-
vel óptimo y cuando no se requiera una degradación total.

15 Cuando se ha completado el tratamiento de degrada-
ción, la suspensión se retira del reactor de degradación y
se somete a una deshidratación. La deshidratación se efec-
túa de modo adecuado, por ejemplo por filtración, sedimen-
tación, deposición/floculación y similares, pero un método
20 de deshidratación que se prefiere particularmente según la
invención presente es el llamado procedimiento de "micro-
flotación", en el que se crean microburbujas gaseosas extre-
madamente pequeñas en la suspensión, porque se introduce
en ella líquido a presión que contiene gas disuelto. Cuan-
25 do el líquido a presión se introduce en la suspensión, la
presión del líquido sometido a presión desciende, y el gas
disuelto se desprende en forma de una cantidad de burbujas
muy pequeñas, que ascienden y arrastran las partículas de
30 la suspensión. Para encontrar detalles más minuciosos refe-

1 rentes a tal microflotación, el lector puede consultar,
por ejemplo la Solicitud de patente Sueca nº 7414758-8.

5 Una vez que la suspensión se ha deshidratado en
el grado necesario, el producto de composte así obtenido
se enriquece por adición de N, P, y/o K, microsustancias
y cal apagada. Al producto así enriquecido puede dársele
después la forma deseada, por ejemplo de nódulos. Por su
10 contenido de sustancias aprovechables, tales como nitrógeno
fijado orgánicamente, contenido de material triturado,
etc., el producto final obtenido según la presente inven-
ción es extremadamente adecuado como fertilizante o mejo-
rador del suelo. Se ha demostrado, de manera muy sorpren-
dente, que el fertilizante obtenido según la presente in-
15 vención muestra propiedades antibióticas frente a enferme-
dades de plantas, por ejemplo, en su uso como fertilizante
para tomates. Hay que advertir también que el procedimien-
to según la presente invención hace posible la producción
de un gran número de diferentes calidades de fertilizante
y mejorador del suelo en la misma instalación, por varia-
20 ción de los aditivos enriquecedores de N, P, K y las micro-
sustancias; por variación de la adición de cal apagada,
con lo que cambia el pH del producto; y por variación de
la recirculación de la suspensión, con lo que se cambian
la retención de agua y la estructura física del producto,
25 etc. Así pues, es evidente que el procedimiento de la pre-
sente invención permite una alta flexibilidad y un control
para obtener el producto final deseado.

30 El procedimiento según la presente invención an-
tes descrito supone procesos de degradación rápidos, de
gran alcance y bien definidos. La presente invención ha

1 proporcionado a la técnica un sistema de tratamiento que,
en relación con los procedimientos convencionales de la
técnica anterior es fiable, siendo posible una optimización
dinámica de los procesos, al mismo tiempo que se tienen en
5 cuenta variaciones y parámetros significativos, evitándose
así la suboptimización. Por medio de la técnica mejorada
según la presente invención, se transforma en composte y
se estabiliza material orgánico de diferentes fuentes por
degradación aerobia, fundamentalmente termófila. Estas fuer-
10 tes son lodo, incluyendo lodo bruto, lodo digerido, lodo
químico, etc., aguas residuales de la industria de la pas-
ta de madera y otras industrias madereras, de la industria
de alimentación, ciertos sectores de la industria textil,
así como de instalaciones municipales de tratamiento de
15 aguas residuales. Por el procedimiento según la presente
invención pueden tratarse otros residuos orgánicos que pue-
den pudrirse, por ejemplo residuos de cocinas comunales,
residuos de vertederos y muchos más.

20 Como se dijo anteriormente, la formación de compos-
te en fase líquida según la presente invención puede sus-
tituir, de modo bastante sorprendente, a las cámaras conven-
cionales de digestión anaerobia en las instalaciones de
tratamiento de aguas residuales para la estabilización
del lodo y también en todas las estaciones biológicas. Por
25 combinación con la reducción biológica de sales nutrientes
(fósforo, nitrógeno, etc), por ejemplo con algas, como por
ejemplo en el llamado proceso Wakskov, pueden construirse
instalaciones de purificación biológica total empleando la
nueva tecnología.

30 El procedimiento de degradación según la invención

1 antes descrito es sorprendentemente sencillo de controlar
con regulación automática. La sencillez de la maquinaria y
la estabilidad del proceso, en comparación con los proce-
5 dimientos convencionales, supone que la supervisión pueda
efectuarse por medio de uno sólo o de pocos parámetros, ta-
les como temperatura, contenido de CO₂, tiempo, etc. Es
posible controlar el proceso con el tiempo de proceso como
parámetro, implicando ésto un equipo muy simple, sustan-
cialmente relojes sincronizadores conectados simplemente
de modo diferente.

10 Finalmente, la presente invención puede comprender
se más fácilmente por medio de los siguientes ejemplos ilus-
trativos, pero no limitativos.

Ejemplo 1

15

Un lodo biológico no digerido de una instalación
municipal de tratamiento de residuos se trató según la in-
vención del modo siguiente:

20 Una suspensión de lodo con un contenido de mate-
ria seca de 4,5% y partículas de lodo sustancialmente en
el intervalo de 0,1 a 1,5 mm, se suministró continuamente
al aparato que se describe a continuación, a una veloci-
dad de volumen de 2,0 l/min.

25 El aparato constaba de 3 depósitos reactores conec-
tados en serie con volúmenes de 2, 1 y 1 m³ respectivamen-
te. La agitación se efectuó exteriormente por medio de bom-
bas centrífugas con medios de descarga por succión en los
fondos cónicos de los depósitos circulares, y con enjuaga-
do tangencial en las regiones superiores de los depósitos.

30

1 Las capacidades de las bombas estaban adaptadas de modo
que el tiempo de movimiento total en los depósitos por me
dio del bombeo de agitación era de 10 min. La transferen-
cia de la suspensión entre los depósitos y la salida a una
5 descarga se efectuó por medio de conducciones laterales
por el lado de presión de las bombas, regulándose el flujo
por medio de válvulas de aguja normales. Los inyectores
que se colocaron por el lado de presión más adelante de
la entrada tangencial en los reactores regularon la entra
10 da de aire y el mezclado eficaz del mismo.

Con un volumen total de aparato de 4 m^3 , el tiempo
total de residencia era de 33 h. Durante este tiempo la
temperatura se elevó y se mantuvo a 60°C y la suspensión
entrante se precalentó por intercambio de calor con la
15 mezcla de reacción. La adición de aire era de 0,5 litros
de aire por litro de suspensión y minuto. Alrededor de
4 h. antes del ajuste a condiciones estacionarias, cada uno
de los reactores se había inoculado con 15 g de cultivo de
inoculación termófilo liofilizado, en suspensión en agua.
20 En la agitación en los reactores se usó una operación in-
termitente, siendo la proporción de tiempos muertos a tiem-
pos de funcionamiento de 5 min:5 min.

En este experimento se obtuvo una reducción de
BS de 91,2%. El número de microorganismos vivos en el
25 flujo de descarga, medido sobre agar rojo a 35°C y 24 h
era de cero (0)/ml. El número de huevos de parásitos vi-
vos era también de cero/ml.

Ejemplo 2

De modo similar a la del Ejemplo 1, se trató un

1 lodo bruto espesado a 2,7% (lodo primario) de una instala-
ción de tratamiento de aguas residuales. El caudal en el
proceso continuo era de 3,7 l/min., es decir que el tiem-
po de residencia total era de 17,5 h. En el primer reac-
tor se añadió amilasa a la mezcla de reacción en una con-
5 centración de 0,2%, calculada con relación a la cantidad
de sustancia orgánica seca. No se usó cultivo de inocula-
ción especial, empleándose en su lugar la recirculación de
sustancia orgánica activa desde el estado estacionario an-
tes obtenido y descrito con lodo sin digerir. Por lo demás,
10 las condiciones del experimento eran las mismas que en el
Ejemplo 1.

En el experimento se obtuvo una reducción de BS⁷
del 93,6%. El número de microorganismos vivos, en el flu-
jo de salida, medido sobre agar rojo a 35°C y 24 h era de
15 cero (0)/ml. El número de huevos de parásitos vivos era
también de cero/ml.

20

25

30

REIVINDICACIONES

1
5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un procedimiento mejorado para la degradación aerobia, sustancialmente termófila, en fase líquida, de una sustancia degradable por microorganismos en el que la mejora comprende que el tamaño de partícula de la sustancia microbiológicamente degradable se reduce, antes de la degradación, para que sea como máximo de 50 mm, y en la que la sustancia se mezcla con un líquido hasta un contenido de materia seca de como máximo 15% en peso, para efectuar una suspensión cuyo pH se regula a un máximo de 12, exponiéndose 15 se después preferiblemente la suspensión a una enzima activadora de la degradación, y precalentándose a una temperatura de desde 40 a 80°C, y en la que la suspensión así precalentada se somete después a un tratamiento de degradación 20 de microorganismos aerobios, fundamentalmente termófilos, en presencia de aire, durante un tiempo de como máximo 10 días, regulándose del modo necesario la temperatura de la suspensión, durante la degradación sustancialmente termófila, a desde 40 a 80°C, y preferiblemente de 55 a 65°C, y en 25 la que el lodo activo formado durante el tratamiento de degradación, o después del mismo, y que contiene microorganismos aerobios, fundamentalmente termófilos, se emplea para 30 inocular suspensión no tratada, y la suspensión restante ya tratada se deshidrata en grado variable, y posiblemente

1 se enriquece con nutriente.

2ª.- Un procedimiento según la reivindicación 1ª, en el que la sustancia microbiológicamente degradable consta de lodo de una instalación de tratamiento de aguas residuales o de la industria.

5 3ª.- Un procedimiento según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, en el que la sustancia microbiológicamente degradable consta de lodo residual espesado de la industria maderera, la industria alimentaria, la industria de la fermentación, de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales, o de otros materiales orgánicos biológicamente activos tales como restos de la industria de alimentación, residuos seleccionados de cocinas comunales y domésticos, y similares.

15 4ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contenido de materia seca se regula a desde 1 a 12% en peso.

20 5ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tamaño de partícula de la sustancia microbiológicamente degradable se reduce, antes de la degradación o durante la misma, a desde 0,0001 a 10 mm.

6ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el pH de la suspensión se regula a desde 3,5 a 10.

25 7ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la enzima activadora de la degradación, seleccionada del grupo que consta esencialmente de amilasas, lipasas y proteinasas, se añade a
30 la suspensión.

1
8ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la suspensión se inocula, antes del tratamiento de degradación o durante el mismo, por medio de adición por separado de un cultivo que contiene microorganismos.

5
9ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además añadir a la suspensión, durante el tratamiento de degradación, hasta 25 litros de aire por litro de suspensión y por segundo, y preferiblemente de 0,05 a 10 litros por litro de suspensión y por minuto.


10
10ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el aire se introduce en la suspensión finamente dividido por medio de un inyector.

15
11ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la suspensión se somete a una agitación intensiva, al menos en algunos periodos durante el tratamiento de degradación.

20
12ª.- Un procedimiento según la reivindicación 11ª, en el que la suspensión se agita por medio de bombeo.

13ª.- Un procedimiento según la reivindicación 12ª, en el que las partículas de la suspensión se trituran al mismo tiempo, durante la operación de bombeo, a un tamaño de partícula reducido.

25
14ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tratamiento de degradación se efectúa durante de 0,1 a 5 días.


30
15ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el vapor formado en el tratamiento de degradación se condensa, y en el que el ca-

1 lor producido durante la condensación se emplea para precalentar suspensión que ha de someterse al tratamiento de degradación.

5 16ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la suspensión es deshidratada por tratamiento de microflotación o tratamiento de filtración.

10 17ª.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se añaden N, P, K, microsustancias o cal apagada a la suspensión ya tratada y deshidratada.

15 18ª.- Un procedimiento mejorado para la degradación aerobia, sustancialmente termófila, en fase líquida, de una sustancia degradable por microorganismos.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veintitrés hojas escritas a máquina por una sola cara.

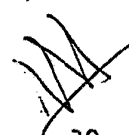
20 Madrid, 3. SEI. 1977

P.A.

Fernando de Elizaburu
Por Poder



25


30
CR. 29087