

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 844**

51 Int. Cl.:

**C07C 273/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.07.2004 PCT/DK2004/000513**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.02.2005 WO05009925**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2004 E 04739010 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 1656332**

54 Título: **Procedimiento y sistema para el tratamiento de materia de desecho de animales que contienen urea**

30 Prioridad:

**25.07.2003 DK 200301104**

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

**12.07.2017**

73 Titular/es:

**WASTE 2 GREEN, LLC (100.0%)  
3975 E RAILROAD AVE  
COCOA, FL 32926, US**

72 Inventor/es:

**NIELSEN, DENNIS, WOWERN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 623 844 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

Procedimiento y sistema para el tratamiento de materia de desecho de animales que contienen urea

### **1. Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y sistema para tratar materia de desecho de animales, en particular de animales de granja; a un producto combustible de biogás pobre en urea; a un producto de materia de desecho animal rico en urea; y a sus usos, en particular en un procedimiento para controlar el contenido de nitrógeno en estiércol, en un procedimiento para reducir el amoníaco gaseoso en establos, en un establo para animales de granja, en un sistema de reactor de biogás para producir biogás, en un procedimiento de producción de urea a partir de materia de desecho, en un procedimiento de producción de urea-formaldehído, y en un  
10 procedimiento para producir combustible de biogás a partir de materia de desecho.

### **2. Antecedentes de la técnica**

La utilización comercial del ganado en la producción de carne de, por ejemplo, cerdo, vaca u oveja produce grandes cantidades de materia de desecho animal que debe ser eliminada.

15 Los procedimientos actuales de eliminación de materia de desecho animal incluyen el reciclado de la misma a través del sistema agrícola, por ejemplo, por almacenamiento y dispersión de la materia de desecho animal tal como estiércol animal en la tierra, opcionalmente extendiéndolo sobre la tierra después de su tratamiento para eliminar los nutrientes contaminantes en exceso que no pueden ser absorbidos por el suelo. Sin embargo, aunque tales procedimientos de tratamiento proporcionan materia de desecho desechable mejorado, que tiene cantidades reducidas de nutrientes tales como fósforo, compuestos que contienen nitrógeno y que acumulan minerales tales  
20 como cobre, la materia de desecho tratada se dispersa todavía en la tierra. Por lo tanto, la falta de terrenos con capacidad adecuada y los riesgos de exceso de fertilización o exceso de estiércol que dan como resultado una contaminación no deseada ponen un límite superior a la cantidad de materia de desecho animal tratada que se puede eliminar de esta manera. Además, los nutrientes y minerales eliminados en el tratamiento de la materia de desecho tendrían que ser eliminados.

25 En consecuencia, existe la necesidad de un procedimiento y aparato para eliminar materia de desecho animal que no dependen o no dependan totalmente de la eliminación a través del sistema agrícola.

### **Divulgaciones de la técnica anterior**

30 El documento US 3 388 989 desvela una composición de fertilizante que comprende urea, un inhibidor de ureasa y un aglutinante hidrocarbonado; siendo dicho inhibidor de ureasa un metal pesado soluble que tiene un peso atómico mayor que 50, preferentemente seleccionado del grupo que consiste en cobre, molibdeno, cobalto, zinc, manganeso, plata, plomo y mercurio en forma de sulfatos, cloruros, cloratos, nitratos y acetatos solubles en agua o parcialmente solubles en agua; una sal de boro soluble, preferentemente borato sódico o potásico; o una sal de metal de flúor, preferentemente fluoruro de sodio y potasio; o formaldehído. Específicamente, los ejemplos desvelados de inhibidores de ureasa son sulfato de cobre, acetato de plomo y formaldehído. Debe observarse que, de acuerdo con  
35 esta técnica anterior, el formaldehído reacciona con el producto de hidrólisis amoníaco, por lo cual el resultado de la actividad ureasa se reduce, pero la actividad catalítica de la ureasa no se inhibe como tal. Esta definición previa de formaldehído no está clasificada dentro la definición de un inhibidor de ureasa según la presente invención.

40 El documento US 3 565 599 desvela un fertilizante que contiene nitrógeno que tiene una evaporación reducida de amoníaco, comprendiendo el fertilizante urea, un inhibidor de ureasa y una sustancia hidrófoba; dicho inhibidor de ureasa preferentemente comprende un compuesto que contiene boro tal como boratos, ácido bórico; otros inhibidores de ureasa incluyen metales pesados tales como iones de cobre, cobalto, plata, mercurio, manganeso, zinc, cadmio, níquel y plomo; fluoruros, halógenos y cianuros tales como fluoruro de sodio, yoduro sódico, bromuro sódico y cianuro sódico; ácido sulfúrico y quinonas, aldehídos tales como formaldehído, derivados de urea tales como formas de metil-, etil- y tiourea, alquilo y carbamatos tales como ditiocarbamatos de dialquilo, ácidos orgánicos  
45 e inorgánicos, biocidas tales como compuestos de fenol, compuestos de piridina y otros.

50 El documento US 3 743 496 desvela un procedimiento para tratar heces veterinarias de animales y aves, opcionalmente en presencia de desechos y los animales, para la eliminación de amoníaco y otros olores y supresión de contenido bacteriano, comprendiendo el procedimiento la combinación de heces y formaldehído, desprendiendo dicha combinación formaldehído gaseoso que reacciona con gases de amoníaco liberados por dichas heces formando un fertilizante de nitrógeno de liberación lenta.

El documento US 3 826 638 desvela un procedimiento para preparar fertilizante a partir de estiércol, comprendiendo el procedimiento mezclar estiércol húmedo, amina polialcalina y un aldehído y secar para prolongar la duración del nitrógeno potencialmente disponible, preferentemente la polialcalina es polietilenimina o polietilenpoliamina y el aldehído es formaldehído.

55 El documento GB 1 483 150 desvela un procedimiento para tratar productos de residuos humanos y animales en

forma de suspensión para producir un producto semisólido, comprendiendo el procedimiento un aldehído y una sustancia nitrogenada capaz de complejarse con dicho aldehído y ajustar el pH a menos de 4, preferentemente se usan formaldehído y urea, obteniéndose así un fertilizante de liberación controlada que es estéril e inodoro.

5 El documento DE 101 54 165 desvela un procedimiento para el tratamiento de estiércol que puede comprender un inhibidor de ureasa, dicho procedimiento se lleva a cabo mediante la eliminación de sólidos grandes bajo recuperación de un filtrado, se añade un floculante al filtrado y la mezcla resultante se separa en un lodo de sedimentación y un líquido, dicho lodo de sedimentación se procesa posteriormente en una torta sólida. En el procedimiento, el pH del filtrado se puede ajustar entre 5 y 7,5.

10 El documento GB 1 567 773 desvela un procedimiento para tratar residuos animales que surgen en la cría de animales en un recinto para obtener productos útiles a la tierra o en piensos para animales, comprendiendo el procedimiento la puesta en contacto de los residuos con cal para formar una suspensión alcalina durante un tiempo suficiente para proporcionar una suspensión estéril (es decir, para matar patógenos), el producto estéril debe colocarse sobre un campo, es decir, materia de desecho total tratada y cal.

15 El documento DD 227949 desvela un procedimiento para tratar el estiércol para fabricar estiércol líquido pulverizable que se use en plantas de energía de combustibles fósiles, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de alcalinizar el estiércol y eliminar los sólidos para proporcionar un estiércol líquido elaborado. En el procedimiento, el valor del pH del estiércol se ajusta a  $\geq 9$ .

20 El documento SK 14596 desvela un procedimiento para producir metilen-urea haciendo reaccionar metanal con urea en dos etapas de reacción, la primera etapa de la producción es hacer reaccionar metanol y urea en presencia de agua para formar una solución intermedia, en la que el pH de la solución se ajusta de 4 a 12,5 en algún momento antes, durante o inmediatamente después de la reacción. En la segunda etapa de la producción de metilen-urea, la solución intermedia se mezcla con una sustancia lábil ácida, para catalizar una reacción de condensación, dicha mezcla de reacción se calienta a una temperatura por encima de 40 °C para vaporizar la fase líquida de la mezcla de reacción. El producto de reacción se aísla de la mezcla de reacción en estado sólido o ligeramente plástico.

### 25 **3. Divulgación de la invención**

En un aspecto, el objeto de la presente invención es tratar de proporcionar un procedimiento mejorado para eliminar materia de desecho de animales, en particular de animales de granja.

En otro aspecto, el objeto de la presente invención es tratar de proporcionar un procedimiento mejorado para retener el nitrógeno en materia de desecho de animales.

30 En un aspecto adicional, el objeto de la presente invención es tratar de proporcionar un procedimiento mejorado para reducir o evitar la pérdida de amoniaco a partir de materia de desecho de animales.

En un aspecto aún adicional, el objeto de la presente invención es tratar de proporcionar un uso alternativo de la materia de desecho animal que la eliminación agrícola.

35 En un aspecto aún adicional, el objeto de la presente invención es tratar de proporcionar un procedimiento mejorado para producir combustible de biogás a partir de materia de desecho de animales.

En un aspecto aún adicional, el objeto de la presente invención es tratar de proporcionar un procedimiento mejorado para producir urea a partir de materia de desecho de animales.

Otros objetos aparecen en cualquier otra parte de la descripción.

#### Solución

#### 40 Procedimiento

En un aspecto, estos objetivos se cumplen de acuerdo con la invención proporcionando un procedimiento de tratamiento de materia de desecho de animales, comprendiendo el procedimiento:

- a) recoger la materia de desecho de los animales;
- b) inhibir la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida; y
- 45 c) separar dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea;

comprendiendo el procedimiento, además:

- inhibir irreversiblemente la actividad ureasa en dicha fracción rica en urea; y
- 50 en el que dicha inhibición en la etapa b) comprende inhibir reversiblemente la actividad ureasa de dicha materia de desecho recogida antes de dicha separación de dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en dicha fracción rica en urea y dicha fracción pobre en urea y en el que la inhibición reversible comprende tratar dicha

materia de desecho recogida, dicha fracción rica en urea o ambas por un procedimiento que comprende: disminuir y/o aumentar el pH; tamponar el pH; disminuir y/o aumentar la temperatura; disminuir y/o aumentar la presión; disminuir y/o aumentar la fuerza iónica, o una combinación de los mismos.

5 De este modo se obtiene que la materia de desecho se separa en una fracción rica en urea que, en una realización preferida consiste esencialmente en una fracción líquida que comprende urea y otros componentes solubles en estiércol líquido, y en una fracción de pobre en urea que, en una realización preferida, consiste esencialmente en una fracción sólida y/o en una fracción de suspensión que comprende heces sólidas, para ambas de las cuales se ha inhibido la actividad catalítica ureasa en la hidrólisis de urea. En consecuencia, tanto dicha fracción rica en urea  
10 como dicha fracción pobre en urea podrían procesarse adicionalmente sin hidrólisis o solo hidrólisis insignificante de urea en amoníaco y dióxido de carbono, mediante lo cual se asegura que la pérdida de urea debida a la hidrólisis sea limitada y que se reduzca la producción de amoníaco que se considera un olor desagradable.

Además, la fracción rica en urea ureasa-inhibida es un producto de urea de materia de desecho animal particularmente útil. Puede usarse como materia prima para producir diversos productos de urea, por ejemplo, plástico de urea-formaldehído, barbitúricos y melamina, etc., y aplicado como forraje para animales, agente de loción para la humedad, agente aglutinante, agente para la nieve y el deshielo, agente para la separación de ácidos grasos, limpieza de gases de humo, recubrimiento de papel, componente aglutinante para conglomerado. Esta es una ventaja particular para el agricultor que puede producir exactamente el número de ganado que desea sin correr el riesgo de forzar el medio ambiente mediante la eliminación de la materia de desecho a través del sistema agrícola.  
15 Puede eliminar el estiércol líquido en forma de productos útiles, por ejemplo, productos de plástico de urea-formaldehído, evitando así abonar en exceso con amoníaco, nitrito y fosfato, y otros componentes del estiércol líquido.

Una ventaja adicional del procedimiento de acuerdo con la invención es que solo se produce un mínimo de amoníaco en sistemas de establos debido a la hidrólisis de urea, por lo cual se puede obtener un ambiente interior mejorado en los establos. Este ambiente interior mejorado da como resultado un aumento de la capacidad pulmonar de los animales almacenados, es decir, una condición de salud mejorada de los animales y, consecuentemente, se puede obtener una cría de ganado más eficaz. Además, puesto que existe una emisión mínima de amoníaco de los sistemas de establos, se puede reducir o eliminar la contaminación de la atmósfera con amoníaco y sus problemas ambientales asociados.  
25

Otra ventaja adicional del procedimiento es que la fracción pobre en urea ureasa-inhibida es un combustible de biogás particularmente útil como combustible para la producción de biogases, por ejemplo, metano. Debido al bajo contenido de urea, que es una fuente importante de amoníaco en los combustibles de biogás, y debido a la inhibición de la actividad catalítica ureasa en la hidrólisis de urea, el amoníaco en la fracción pobre en urea está poco presente o se produce poco o nada. Por consiguiente, no se requieren columnas de destilación o rectificación para la separación requerida de amoníaco en plantas de biogás de la técnica anterior para plantas de biogás a base de combustibles de la fracción pobre en urea ureasa-inhibida de materia de desecho de acuerdo con la presente invención. Además, no se requiere la separación de otros componentes tales como fosfato o puede simplificarse significativamente para tales plantas de biogás, por lo cual se pueden evitar grandes costes del equipo.  
30  
35

#### Sistema de tratamiento de materia de desecho animal

40 El procedimiento de la invención puede tener lugar en un sistema para tratar materia de desecho de animales, comprendiendo el sistema:

g) medios de recogida de materia de desecho, estando adaptados dichos medios de recogida para recoger materia de desecho de los animales;

45 h) al menos un medio de separación, estando adaptado dicho medio de separación para separar dicha materia de desecho recogida en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea; y

al menos un medio de suministro de inhibidor de ureasa; estando dicho medio de suministro adaptado para suministrar al menos un inhibidor de ureasa a dicha materia de desecho recogida, a dicha fracción pobre en urea y/o a dicha fracción rica en urea;

50 mediante lo cual se obtiene que pueden conseguirse las ventajas mencionadas para el procedimiento según la invención.

#### Producto de combustible de biogás pobre en urea

El procedimiento de la invención proporciona un producto de combustible de biogás pobre en urea, comprendiendo el producto una fracción pobre en urea de materia de desecho de animales en el que la materia de desecho se ha tratado mediante un procedimiento de acuerdo con la invención o en el que la materia de desecho ha sido tratada en un sistema de tratamiento de materia de desecho mediante el cual se obtiene que la materia de desecho se puede convertir en un producto útil para la preparación de un producto de combustible de biogás pobre en urea respetuoso con el medio ambiente.  
55

#### Producto de materia de desecho animal rica en urea

5 El procedimiento de la invención proporciona un producto de materia de desecho animal rica en urea, comprendiendo el producto urea producida a partir de una fracción rica en urea de materia de desecho de animales en el que la materia de desecho se ha tratado mediante un procedimiento de acuerdo con la invención, o en el que la materia de desecho se ha tratado en un sistema de tratamiento de materia de desecho mediante lo cual se obtiene que la materia de desecho puede convertirse en un material de partida o materia prima útil para la producción de productos químicos, tales como urea-formaldehído.

Control del contenido de nitrógeno de estiércol animal

10 Los objetos se cumplen proporcionando un procedimiento para controlar el contenido de nitrógeno en estiércol de animales en el que el estiércol es tratado por un procedimiento de acuerdo con la invención, o en el que el estiércol es tratado en un sistema de tratamiento de materia de desecho mediante lo cual puede ser controlado un componente principal de estiércol.

Reducción del amoniaco gaseoso en establos

15 En un aspecto adicional, estos objetos se cumplen proporcionando un procedimiento para reducir el amoniaco gaseoso en establos para animales, comprendiendo el procedimiento el control del contenido de nitrógeno en estiércol de los animales mediante un procedimiento de acuerdo con la invención mediante el cual se obtiene un ambiente interior con poco o sin amoniaco, sano para los animales.

Establo que comprende un sistema de tratamiento de materia de desecho animal

20 El procedimiento de la invención puede operarse proporcionando un establo para animales, comprendiendo el establo un sistema para tratar materia de desecho, mediante lo cual se puede obtener el almacenamiento del ganado incluyendo instalaciones para tratar materia de desecho tal como el estiércol de los animales.

Generalmente, se define un sistema de establo como todas las partes y dispositivos mecánicos utilizados en la cría y almacenamiento del ganado y todas las partes y dispositivos mecánicos utilizados para descargar, almacenar y transportar las heces y el estiércol líquido del ganado.

Sistema de reactor de biogás

25 El procedimiento de la invención puede ser operado proporcionando un sistema de reactor de biogás para producir biogás a partir de materia de desecho de animales, comprendiendo el sistema un sistema de tratamiento de materia de desecho mediante el cual un combustible de biogás con un contenido muy bajo en urea, opcionalmente biogás ureasa-inhibido, asegura que el nivel de amoniaco y amonio puede mantenerse suficientemente bajo para que el sistema del reactor de biogás funcione, o para operar de manera suficientemente eficiente sin requerir amoniaco adicional/separación de amonio. En consecuencia, se puede evitar una unidad de separación de amoniaco/amonio muy costosa del sistema de reactor de biogás. Típicamente, para un sistema de reactor de biogás operado anaeróticamente, el nivel de amoniaco y amonio debe mantenerse por debajo de 0,01 M de amoniaco/amonio total para que la actividad de descomposición biológica no se vea afectada adversamente. Generalmente, sin embargo, el nivel aceptable de amoniaco/amonio depende de los microorganismos del reactor de biogás (por ejemplo, Methanosarcina, Methanotrith y Methanobacterium) así como del nivel de nutrientes, por ejemplo, sales (por ejemplo, generalmente con un grado creciente de inhibición de la descomposición a lo largo de la serie: calcio, magnesio, sodio, potasio y amonio).

40 Además, una gran cantidad de componentes de sal, por ejemplo, los componentes salinos del estiércol líquido de la materia de desecho animal se eliminan de la fracción pobre en urea, por lo cual se obtiene que el combustible de biogás no contiene tampoco estos componentes. De este modo, se puede reducir la influencia sobre la descomposición-inhibición por las sales de la materia de desecho en el combustible de biogás, y se pueden evitar unidades de separación adicionales en el sistema de reactor de biogás para estos componentes de sal.

45 Debe tenerse en cuenta que el sistema de reactor de biogás no necesita tener instalado el sistema de tratamiento de materia de desecho en el sitio del reactor de biogás. El combustible de biogás puede producirse en un sitio separado, por ejemplo, en una granja de cerdos o vacas lejos del reactor de biogás, y luego ser transportado al sistema de reactor de biogás para su descomposición y su uso final.

Producción de urea a partir de materia de desecho animal

En una realización, estos objetos se cumplen proporcionando un procedimiento para producir urea a partir de materia de desecho de animales, comprendiendo el procedimiento:

- 50 a) producir una fracción rica en urea de la materia de desecho de los animales por un procedimiento que comprende:
- i. recoger la materia de desecho de los animales;
  - ii. inhibir la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida de acuerdo con el procedimiento de la invención; y

iii. separar dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea; y

b) separar la urea de dicha fracción rica en urea;

5 mediante lo cual la materia de desecho de animales, en particular la materia de desecho que comprende heces y estiércol líquido de animales de granja, puede transformarse en un producto de urea útil.

Producción de urea-formaldehído

En otra realización adicional se proporciona un procedimiento para producir urea-formaldehído, comprendiendo el procedimiento:

- 10 a) producir urea a partir de materia de desecho de animales de acuerdo con el procedimiento de la invención; y  
b) hacer reaccionar dicha urea con metanal;

mediante lo cual la materia de desecho de animales, en particular materia de desecho que comprende heces y estiércol líquido de animales de granja, puede convertirse en un producto útil de urea-formaldehído.

15 Este procedimiento de producción de urea es muy diferente del procedimiento actual. De acuerdo con los procedimientos de la técnica anterior, la urea,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , también denominada carbamida, se produce sintéticamente en la industria mediante una reacción entre amoniaco,  $\text{NH}_3$  y dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , de acuerdo con la siguiente reacción:



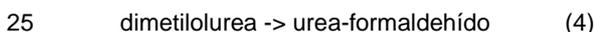
20 La urea es una sustancia muy importante en el procesamiento de plásticos debido a que es capaz de reaccionar de manera espontánea, rápida y exotérmicamente con metanal,  $\text{HCHO}$ , también denominado formaldehído, y polimeriza con un ácido catalítico según las tres reacciones (2) - (4)



en el que el producto de reacción es metilolurea que a su vez reacciona con metanal formando dimetilolurea



que a su vez reacciona - en un exceso de metanal - con una resina termoendurecible denominada urea-formaldehído



En la ecuación de reacción (4), el producto se denomina urea-formaldehído porque el formaldehído es la denominación ordinaria del metanal. Otras denominaciones para urea-formaldehído son resina de carbamida y resina de urea.

30 Urea-formaldehído se aplica ampliamente en el procesamiento de artículos de madera como la sustancia que constituye el agente aglutinante, el adhesivo, en tableros de aglomerado y tableros MDF. Se estima que alrededor del 90 % de los adhesivos de madera en el mercado mundial son a base de urea-formaldehído, pero a partir de urea producida sintéticamente.

35 Esto significa que hoy en día la urea-formaldehído termoendurecible se produce a base de urea producida sintéticamente. Pero las propiedades químicas de la urea no dependen de cómo se hizo. En consecuencia, la síntesis de urea-formaldehído podría, en principio, podría ser igualmente a base de urea producida de forma animal como de urea producida sintéticamente. Esto significa que, en principio, la producción de urea-formaldehído podría ser a base del estiércol líquido producido naturalmente en la aplicación comercial del ganado. La razón de que la urea-formaldehído no sea producto a base de materia de desecho animal hoy en día es porque la urea se descompone - se hidroliza en dióxido de carbono y amoniaco - cuando entra en contacto con las heces del ganado en los sistemas de establos. Si el agricultor pudiera evitar la descomposición de la urea en dióxido de carbono y amoniaco en el estiércol/estiércol líquido, sería posible - aplicando unidades de ingeniería química conocidas - recuperar la urea y luego procesarla en urea-formaldehído. Al mismo tiempo, el agricultor también podría convertir el problema ambiental del exceso de maduración a una nueva área comercial, la producción de plásticos a base de materia de desecho animal.

45 En el intento de identificar un procedimiento para la conversión de urea de ganado en urea-formaldehído se tiene que entender por qué el estiércol contiene solo los productos de descomposición - típicamente amoniaco - y dependiendo del pH - amonio. Mientras que un fabricante de productos químicos consideraría la ecuación (1) para la producción de urea, un agricultor consideraría el metabolismo de proteínas en los organismos del ganado. En este metabolismo, las proteínas - de la alimentación - se convierten en aminoácidos que son absorbidos por el organismo animal a través de los intestinos. Estos aminoácidos absorbidos participan en varias relaciones bioquímicas

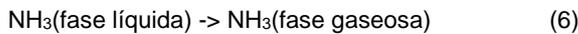
50

esenciales en el organismo, siendo el amoníaco un residuo venenoso. En algunos animales, por ejemplo, en cerdos, pero también en seres humanos, este veneno se convierte en urea y glutamina, siendo ambas eliminadas por los riñones. Por ejemplo, en seres humanos se estima que el 60-75 % de la sustancia de urea se elimina por los riñones, el resto se elimina por los intestinos. Sin embargo, en los intestinos, la sustancia de urea entra en contacto con la enzima ureasa que en condiciones alcalinas cataliza la hidrólisis de urea, la hidrólisis de carbamida, definida por



La presencia de esta enzima es causada por la presencia en los intestinos de cultivos de bacterias que comprenden o producen ureasa. Debe tenerse en cuenta que el producto de amoníaco de la hidrólisis es reabsorbido por los intestinos del organismo - en condiciones normales - y así casi todo el amoníaco es eliminado en forma de urea por los riñones.

A este respecto, el problema es que las heces y el estiércol líquido se mezclan en el sistema de establo; el 30 % en peso de heces secas son bacterias, incluyendo microorganismos que comprenden o producen ureasa también, cuyas bacterias dan como resultado hidrólisis de urea de acuerdo con la ecuación de reacción (5). Asociada con la ecuación (5) hay una transición de fase



mediante lo cual los establos exhiben vapores de amoníaco fuertes (que huelen) que contaminan adicionalmente la atmósfera - tanto interior como exterior de los establos. En una atmósfera interna deteriorada (ambiente) - en este caso un aumento de la presión parcial de amoníaco, la capacidad pulmonar del ganado se reduce y, en consecuencia, el ganado crecerá más lentamente; por dosis de alimentación constante las producciones ganaderas se disminuyen aumentando la presión parcial de amoníaco en los establos.

Producción de combustible de biogás a partir de materia de desecho animal

En otra realización adicional, se proporciona un procedimiento para producir combustible de biogás a partir de materia de desecho animal, comprendiendo el procedimiento:

a) producir una fracción pobre en urea de la materia de desecho de los animales por un procedimiento que comprende:

- i. recoger la materia de desecho de los animales;
- ii. inhibir la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida de acuerdo con el procedimiento de la invención; y
- iii. separar dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea; y

b) opcionalmente secar dicha fracción pobre en urea;

mediante la cual la materia de desecho de animales, en particular la materia de desecho que comprende las heces y el estiércol líquido de animales de granja, puede transformarse en un producto combustible de biogás útil.

Realizaciones preferentes

Recogida de materia de desecho

Generalmente, el procedimiento de la invención comprende a) recoger la materia de desecho de los animales, mediante lo cual se proporciona la materia de desecho que va a tratarse para su procesamiento.

La recogida de materia de desecho de animales puede llevarse a cabo de cualquier manera adecuada conocida en la técnica. Preferentemente, la materia de desecho se recoge cuando los animales se concentran en ubicaciones para su cuidado, por ejemplo, para la alimentación, para beber y/o para producir leche, o cuando se concentran en lugares de transporte o de retención antes del sacrificio. Otras ubicaciones incluyen ubicaciones en las que las condiciones para producir materia de desecho son buenas, o ubicaciones en las que donde tales condiciones de producción de materia de desecho podrían ser reproducidas para estimular a los animales a orinar o defecar.

Preferentemente, la recogida de materia de desecho tiene lugar en establos en los que se almacenan los animales. Sin embargo, la recogida de materia de desecho puede tener lugar también al aire libre, por ejemplo, en ubicaciones en las que se almacenan los animales libres para su transporte a los mataderos.

Las instalaciones de recogida de materia de desecho conocidas comprenden establos en los que los animales están ubicados y cuidados. Debajo de los establos hay basamentos estables colocados en los que se recoge la materia de desecho, por ejemplo, el estiércol líquido, las heces, la basura y otros materiales depositados por los animales. Pisos de establo a través de los cuales dicha materia de desecho se guía para su recogida y almacenamiento, separan los establos y los basamentos de establo.

Tratamiento inhibidor de la actividad ureasa

5 Generalmente, el procedimiento de la invención comprende (b) inhibir la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida, por lo que se obtiene que la hidrólisis catalizada por ureasa de urea a amoníaco se inhibe reversible o irreversiblemente y que la pérdida de nitrógeno y/o la producción de amoníaco de la materia de desecho se reduce sustancialmente o se evita. En consecuencia, se puede reducir o evitar el olor desagradable y la condición no saludable debida al amoníaco en los establos.

10 Generalmente, se conoce inhibir la actividad catalítica de la ureasa sobre la hidrólisis de urea, ya sea por eliminación de agua de modo que no se pueda producir hidrólisis, o inhibiendo el sitio activo de ureasa como tal. Los procedimientos conocidos comprenden la adición de inhibidores como se citan, por ejemplo, en la técnica anterior referenciada, tal como en el documento US 3 565 599, tratamiento térmico e irradiación ionizante. Generalmente, el procedimiento de inhibición de la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida depende del uso pretendido de la materia de desecho ureasa-inhibida.

15 Por lo tanto, por ejemplo, para la materia de desecho ureasa-inhibida utilizada en la preparación de un fertilizante que va a utilizarse para eliminar materia de desecho a través del sistema agrícola, la materia de desecho ureasa-inhibida debe ser compatible con los componentes del fertilizante preparado. Además, la materia de desecho ureasa-inhibida no debe afectar negativamente al entorno donde se aplica el fertilizante.

Además, para la aplicación de materia de desecho ureasa-inhibida como materia prima en la producción de productos químicos, el inhibidor de la actividad ureasa aplicado debe compatible con los reactivos usados y no interferir ni afectar negativamente ni a la producción ni al uso previsto de tales productos químicos.

20 En consecuencia, la selección del procedimiento de inhibición de la actividad ureasa depende generalmente de la aplicación.

Por consiguiente, dicha inhibición comprende: inhibición reversible de la actividad ureasa, inhibición irreversible de la actividad ureasa y/o una combinación de las mismas, por lo que se obtiene que la inhibición de la ureasa se puede aplicar durante un periodo en el que se aplican condiciones de inhibición reversible o durante un periodo más largo en el que se aplican las condiciones de inhibición irreversible.

25 Las condiciones de inhibición reversible incluyen condiciones de pH temporalmente diferente, por ejemplo, tamponamiento alrededor del punto isoeléctrico de ureasa alrededor de pH 5,5, temperatura o presión, o presencia de un componente inhibidor reversible. Después de un periodo de inhibición reversible, la condición de inhibición puede retornarse a su estado anterior de no o sustancialmente ninguna inhibición de la actividad catalítica ureasa. La inhibición reversible puede aplicarse tanto a las fracciones ricas en urea como a las pobres en urea.

Las condiciones de inhibición irreversible incluyen condiciones de inhibición permanente o esencialmente permanente de la actividad catalítica ureasa. La inhibición irreversible puede aplicarse tanto a las fracciones ricas en urea como a las pobres en urea.

35 También, se puede aplicar una combinación de inhibición reversible e irreversible de la actividad ureasa, por ejemplo, la fracción rica en urea puede ser irreversiblemente inhibida en la actividad ureasa y la fracción pobre en urea puede reversiblemente en la actividad ureasa, competitivamente por sustratos que compiten por unirse al sitio activo, o no competitivamente por sustratos que se unen a otras partes de la ureasa que el sitio de unión activo, para alterar de este modo la confirmación de la ureasa de manera que se produce la inactivación reversible del sitio catalítico. Esto es particularmente ventajoso para las aplicaciones en las que la fracción pobre en urea no requiere la adición de un inhibidor irreversible y/o en las que puede evitarse una etapa de separación adicional para eliminar un inhibidor irreversible de la fracción pobre en urea antes de su procesamiento posterior.

40 Dicha inhibición comprende inhibir reversiblemente la actividad ureasa de dicha materia de desecho recogida antes de dicha separación de dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea, por lo que se obtiene que se obtiene una inhibición reversible de la actividad ureasa durante un tiempo suficientemente largo para separar la materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea. Entonces, la fracción rica en urea puede tratarse para inhibir irreversiblemente la actividad catalítica ureasa, mientras que la fracción pobre en urea no lo necesita. Para muchas aplicaciones de la fracción pobre en urea, la cantidad de urea y la cantidad de agua para la hidrólisis de urea son tan bajas que solo tiene lugar una hidrólisis insignificante.

50 Inhibición reversible de la actividad ureasa

El procedimiento de la invención comprende b) inhibir la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida por lo que se obtiene que la hidrólisis de urea no es catalizada por ureasa, mientras se inhiba la actividad ureasa. Durante este periodo de actividad ureasa inhibida, la materia de desecho se puede almacenar o procesar sin hidrólisis catalizada por ureasa de urea, por lo que se puede evitar la pérdida de nitrógeno y/o la generación de amoníaco.

Dicha inhibición comprende una inhibición reversible de la actividad ureasa que comprende tratar dicha materia de desecho recogida, dicha fracción rica en urea, o ambas, mediante un procedimiento que comprende: disminuir y/o aumentar el pH; tamponar el pH; disminuir y/o aumentar la temperatura; disminuir y/o aumentar la presión; disminuir y/o aumentar la fuerza iónica, o una combinación de los mismos, dicha actividad ureasa se inhibe reversiblemente, por lo que la duración de la inhibición de la ureasa puede ser controlada. Esto es particularmente ventajoso para la fase inicial del procesamiento de la materia de desecho recogida en la que el período de inhibición reversible puede durar un tiempo suficientemente largo para el almacenamiento y la separación de la materia de desecho tratada en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea, respectivamente, antes de que la actividad ureasa vuelva a un estado activo. Dado que la fracción pobre en urea es pobre en urea, la conversión de urea es baja cuando regresa la actividad ureasa. En la fracción rica en urea, sin embargo, la conversión de urea podría haber sido alta si se permitiera que la actividad ureasa regresara. Sin embargo, esto puede evitarse, preferentemente sometiendo la fracción rica en urea a otro tratamiento de inhibición de la actividad ureasa reversible o irreversible (véase a continuación).

#### Inhibición irreversible de la actividad ureasa

El procedimiento comprende la inhibición irreversible por lo que se obtiene que el período de tiempo de inhibición de la actividad ureasa se extiende a un período muy largo, preferentemente de manera irreversible, pero en la práctica se limita, por ejemplo, por el tiempo de vida del inhibidor. Además, se puede controlar el tipo y las cantidades de los componentes que el tratamiento de inhibición reversible introduce en la materia de desecho.

1. De acuerdo con una realización preferente, dicha inhibición comprende una inhibición irreversible de la actividad ureasa que comprende tratar dicha materia de desecho recogida, dicha fracción rica en urea, o ambas, con un inhibidor irreversible, estando seleccionado dicho inhibidor entre el grupo que comprende: compuestos de urea tales como hidroxiiurea, selenourea, fenilurea, tiourea; hidroxamatos tales como hidroxamatos de aminoácidos, acetohidroxamato; benzoatos tales como mercuribenzoato p-sustituido, p-cloromercuribenzoato, p-hidroximercuribenzoato, yodosobenzoato; sulfonatos tales como p-cloromercuribenceno-sulfonato; imidas tales como N-etilmaleimida; compuestos de fósforo tales como fosforamidato, fosfato; iones monovalentes tales como F<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, y K<sup>+</sup>; iones metálicos divalentes tales como Hg<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Ag<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> (débil), Ba<sup>2+</sup>, preferentemente Cu<sup>2+</sup>, Ag<sup>+</sup>, o Pb<sup>2+</sup>, o una combinación de los mismos en forma de al menos una sal soluble en agua, y/o al menos un ion liberado electroquímicamente; iones trivalentes tales como As<sup>3+</sup>; y al menos un agente complejante de níquel, preferentemente dimetilgloxima, etilendiamina, EDTA, o una combinación de los mismos, y otros compuestos tales como beta-mercaptoetanol, yodo, suramina, fenilsulfinato y furacina, por lo que se obtiene que la hidrólisis de urea no se cataliza por la ureasa inhibida. En consecuencia, la fracción rica en urea, inhibida irreversiblemente en la actividad ureasa se puede almacenar o procesar sin conversión de urea catalizada por ureasa, por lo que se puede evitar la pérdida de nitrógeno y/o la generación de amoníaco. Esto es particularmente ventajoso para largos periodos de almacenamiento de la fracción rica en urea antes de someterse a un tratamiento subsiguiente. Otra ventaja es que una vez que se inhibe irreversiblemente la actividad ureasa, la ureasa no puede funcionar para catalizar la hidrólisis de urea en amoníaco.

#### Inhibición reversible e irreversible de la actividad ureasa

El procedimiento de la invención comprende:

a) recoger la materia de desecho de los animales; a) inhibir reversiblemente la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida;  
b) separar dicha materia de desecho inhibida reversiblemente en la actividad ureasa, en una fracción rica en urea y en una fracción pobre en urea; y  
c) inhibir irreversiblemente la actividad ureasa en dicha fracción rica en urea

por lo que se obtiene que la hidrólisis de urea no es catalizada por la ureasa en la fracción rica en urea, o solo se cataliza por ureasa en una extensión limitada, y que la hidrólisis de urea solo es catalizada por ureasa en la fracción pobre en urea hasta el punto que esté presente urea residual, está presente agua para la hidrólisis, y la ureasa separada ha vuelto a su estado activo. Puesto que la fracción pobre en urea puede ser secada, la hidrólisis se puede evitar esencialmente.

#### Separación en fracciones ricas en urea y pobres en urea

El procedimiento de la invención comprende c) separar dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea que consiste esencialmente en un líquido que comprende urea y otros componentes solubles en estiércol líquido y una fracción pobre en urea por lo que se obtiene que la materia de desecho se separa

5 en una fracción rica en urea que contiene una cantidad principal de la cantidad total de urea y una fracción pobre en urea que contiene poco o nada de urea. En consecuencia, la materia de desecho se separa en una fracción pobre en urea en la que el contenido de urea es bajo y, por lo tanto, la hidrólisis de urea catalizada por ureasa es baja. En la fracción rica en urea, sin embargo, el contenido de urea es alto y la hidrólisis de urea catalizadora de ureasa podría ser alta si no se inhibiera.

10 En una realización, c) separar dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea que consiste esencialmente en un líquido que comprende urea y otros componentes solubles en estírcol líquido y una fracción pobre en urea, se logra por sedimentación de sólidos por lo que dichos sólidos componen la fracción pobre en urea y la fracción líquida compone la fracción rica en urea. La fracción líquida se elimina por cualquier procedimiento adecuado, por ejemplo, por bombeo de la capa superficial o por decantación. Preferentemente, la sedimentación se lleva a cabo por centrifugación, con lo que el procedimiento de sedimentación puede acelerarse y el tiempo para separar la fracción rica en urea y la fracción pobre en urea puede controlarse y llevarse a cabo en el tiempo antes del retorno de la actividad ureasa. En particular, se prefiere que la sedimentación se lleve a cabo de modo que sustancialmente toda la fracción líquida se haya separado de la fracción sólida, por ejemplo, por aplicación de calor.

15 El tiempo de retorno de la actividad ureasa es particularmente importante para la fracción rica en urea. Se prefiere que el tiempo de inhibición reversible se elija para que sea suficientemente largo para que la fracción rica en urea sea sometida a otro tratamiento de inhibición reversible de la ureasa o sometida a una inhibición irreversible de la ureasa.

20 Fracción pobre en urea

25 En el procedimiento de la invención, dicha inhibición comprende inhibir reversiblemente la actividad ureasa de dicha materia de desecho recogida antes de dicha separación de dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea por lo que se asegura que la fracción pobre en urea está en una forma adecuada para su procesamiento adicional. Una fracción líquida pobre en urea puede bombearse fácilmente a través de conductos para su posterior tratamiento, por ejemplo, para la preparación de un combustible de biogás para incineradores de biogás. Una fracción sólida pobre en urea puede transportarse fácilmente por cintas transportadoras para su posterior tratamiento, por ejemplo, para la preparación de un fertilizante sólido pobre en urea.

Fracción rica en urea

30 Generalmente, dicha fracción rica en urea está en cualquier forma adecuada para su procesamiento adicional.

35 En realizaciones preferentes, dicha fracción rica en urea es un líquido, un sólido o una combinación de los mismos. Una fracción líquida rica en urea puede bombearse fácilmente a través de conductos para su posterior tratamiento, por ejemplo, para la preparación de un producto de urea de materia de desecho animal. Una fracción sólida rica en urea puede transportarse fácilmente por cintas transportadoras para su posterior tratamiento, por ejemplo, para la preparación de melamina o barbitúricos, etc. como se mencionó anteriormente.

Además de tener gran cantidad de urea, la fracción rica en urea comprende un número de sustancias características específicas de animales y de alimentación, cuyas cantidades y cantidades relativas pueden aplicarse como indicadores de origen de la fracción rica en urea.

40 En la Tabla 1 se muestran los intervalos típicos de sustancias orgánicas en 500 ml/d de orina de cerdos jóvenes que tienen un pH en el intervalo de 4,5 - 8,2 y una masa seca de 50 - 72 g/d.

**Tabla 1 - Sustancias orgánicas en la orina de cerdo**

Sustancias orgánicas	Cantidad	Unidad
Urea	200 - 1270	mmol/d
Creatinina	0,397 - 0,702	mmol/d
Guanidina	2,0 - 6,4	µmol/d
Metilguanidina	8 - 30	µmol/d
Ácido guanidinoacético	88 - 382	µmol/d
Ácido guanidinosuccínico	29,7 - 87,9	µmol/d
Alanina	173 - 507	µmol/d
Arginina	12,7 - 47,7	µmol/d
Carnosina	11,8 - 94,6	µmol/d
Citrulina	4,0 - 29,6	µmol/d

(continuación)

Sustancias orgánicas	Cantidad	Unidad
Glicina	801 - 1999	µmol/d
Histidina	785 - 1795	µmol/d
Isoleucina	12,4 - 42,8	µmol/d
Leucina	26,1 - 69,5	µmol/d
Lisina	77 - 907	µmol/d
Metionina	5,1 - 34,7	µmol/d
Ornitina	24,9 - 69,5	µmol/d
Fenilalanina	39,8 - 96,8	µmol/d
Serina	251 - 667	µmol/d
Treonina	127 - 421	µmol/d
Tirosina	64,3 - 203,7	µmol/d
Valina	31,1 - 62,3	µmol/d
Colina	11 - 433	µmol/d
Carnitina	298 - 418	µmol/d
Etanolamina	331 - 567	µmol/d
O-fosfoetanolamina	94 - 156	µmol/d
Metilamina	0,15 - 0,19	µmol/d
Dimetilamina	0,34 - 0,43	µmol/d
Piperidina	55 - 83	µmol/d
Espermidina	14 - 20	µmol/d
Espermina	1 - 3	µmol/d
Putrescina	21 - 35	µmol/d
Ácido p-aminobenzoico	2,3 - 9,6	µmol/d
Ácido o-aminobenzoico	2,3 - 16,3	µmol/d
p-Tiramina	3,6 - 12	µmol/d
Dopamina	1,01 - 2,44	µmol/d
3-Metoxitramina	0,18 - 1,05	µmol/d

**Tabla 2 - Sustancias inorgánicas en la orina de cerdo**

Sustancias inorgánicas	Cantidad	Unidad
Cloruro	80 - 270	mmol/d
Fosfato	1 - 20	mmol/d
Pirofosfato	2 - 38,9	µmol/d
Sulfato inorgánico S	33 - 41	mmol/d
Ester de ácido sulfúrico S	2,5 - 34,4	mmol/d
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	12 - 42	mmol/d
Tiocianato	0,01 - 0,1	mmol/d
Cianuro	0,08 - 0,23	µmol/d
Fluoruro	47 - 153	µmol/d
Bromuro	20 - 84	µmol/d
Yoduro	0,41 - 3,81	µmol/d
Boro	9 - 90	µmol/d

(continuación)

Sustancias inorgánicas	Cantidad	Unidad
Potasio	40 - 100	mmol/d
Calcio	4,54 - 5,94	mmol/d
Sodio	80 - 560	mmol/d
Magnesio	2,5 - 8,3	mmol/d
Hierro	0,22 - 6,3	μmol/d
Cobre	0,06 - 1,81	μmol/d
Zinc	2,1 - 18	μmol/d
Arsénico	0,05 - 8,1	μmol/d

Definición de términos y expresiones

5 Dentro del presente contexto, se pretende que el término “materia de desecho” designe materia descargada por el cuerpo de un animal, en particular de un animal de granja como cerdo, vaca, oveja, etc. En el presente contexto, el término animal es también destinado a incluir a los seres humanos. La materia de desecho comprende excreciones líquidas, por ejemplo, orina secretada por los riñones de los animales. Es rica en productos finales del metabolismo de las proteínas, como la urea, junto con sales y pigmentos. Además, incluye excreciones sólidas, por ejemplo, heces descargadas del canal alimentario a través del ano del animal.

10 Dentro del presente contexto, se pretende que la expresión “inhibición de la actividad ureasa” designe la acción o el resultado de restringir la actividad o el funcionamiento de la ureasa en catalizar la hidrólisis de urea a dióxido de carbono y amoníaco en un medio acuoso.

15 La expresión “inhibición reversible de la actividad ureasa” designa la inhibición de la actividad ureasa en condiciones de unión competitiva al sitio activo de sustancias competidoras o unión no competitiva de sustancias a sitios no activos que altera la conformidad de la ureasa y eventualmente inactiva el sitio activo de forma reversible, tanto para los cuales la actividad ureasa es capaz de volver a su estado activo anterior cuando las condiciones se invierten. Por ejemplo, dentro del rango de pH sensible de la actividad ureasa (6 - 8), la disminución del pH da lugar temporalmente a una disminución de la actividad ureasa. Sin embargo, devolviendo el pH a su nivel anterior, la actividad ureasa aumenta, aunque no necesariamente a su nivel anterior de actividad.

20 La expresión “inhibición irreversible de la actividad ureasa” designa la inhibición de la actividad ureasa en condiciones que son sustancialmente irreversibles y/o condiciones que no pueden ser invertidas, por ejemplo, si se destruye la naturaleza del grupo funcional en el sitio activo y el mecanismo de la actividad catalítica. Por ejemplo, la descomposición de la ureasa y el bloqueo selectivo de los centros activos que son responsables del efecto catalítico de la ureasa resultará en una inhibición sustancialmente irreversible de la actividad ureasa. Tales condiciones  
25 irreversibles se pueden obtener por, por ejemplo, unión covalente de grupos protectores tales como níquel (II).

**4. Breve descripción de los dibujos**

A continuación, a modo de ejemplos solamente, la invención se desvela adicionalmente con una descripción detallada de realizaciones preferentes. Se hace referencia a los dibujos en los que

30 la figura 1 muestra un boceto de una realización que ilustra un sistema ejemplar para tratar materia de desecho de animales en un establo;

la figura 2 muestra un boceto de una realización de un sistema que comprende unidades para tratar y concentrar urea en un líquido rico en urea; y

la figura 3 muestra un boceto de una realización de un sistema que comprende unidades para la polimerización de urea-formaldehído a partir de un concentrado de urea.

**5. Descripción detallada de la invención**

La figura 1 muestra un boceto de una realización de la presente invención que ilustra un sistema ejemplar para tratar materia de desecho de animales en un establo. Un primer depósito de almacenamiento 11 de inhibidor de ureasa suministra inhibidor de ureasa a un establo inferior 13 situado debajo de un establo superior 12 para alojar a los animales. El establo inferior está conectado a un medio de separación 14 para separar la materia de desecho tratada  
40 con inhibidor en una fracción rica en urea y una fracción pobre en urea, en este caso una centrifuga de decantación.

La fracción rica en urea está conectada a un recipiente de almacenamiento 15.

5 La materia de desecho animal, en este caso en forma de estiércol y estiércol líquido, se recogen de los animales, en este caso cerdos o vacas, en el establo superior 12 y se transfieren al establo inferior. El establo inferior contiene preferentemente un residuo líquido que comprende inhibidor de ureasa de una recogida anterior, o contiene agua que contiene inhibidor de ureasa. Opcionalmente, la materia de desecho animal del establo superior se descarga en el establo inferior usando agua que contiene inhibidor de ureasa. Dado que la materia de desecho se pone en contacto con un inhibidor de ureasa, la producción de amoníaco a través de la hidrólisis de urea catalizada por ureasa se limita por lo que la producción de amoníaco y, posteriormente, el olor a amoníaco se reducen.

10 El número de animales en el establo superior determina la cantidad de estiércol, tanto las heces como la orina, en términos de volumen por unidad de tiempo suministrada al establo inferior.

La materia de desecho recogida inhibida en la ureasa se somete a una separación en una fracción rica en urea y una pobre en urea, respectivamente, en una centrífuga de decantación 14.

15 La fracción pobre en urea se almacena en un recipiente de almacenamiento separado (no mostrado) para su eliminación posterior, o se transfiere a un sistema de reactor de biogás para su uso como combustible de biogás de bajo contenido en urea en la producción de biogás.

20 La fracción rica en urea se almacena en un tanque de almacenamiento 15 de fracciones ricas en urea para su posterior eliminación o transporte posterior a un procesamiento adicional, o se transfiere a un sistema de tratamiento de urea para la producción de urea. En una realización preferente, el tanque de almacenamiento 16 es suministrado por un inhibidor de ureasa de un segundo recipiente 16 de inhibidor de ureasa para inhibición adicional de la actividad catalítica ureasa en la hidrólisis de urea. En una realización preferente, el segundo inhibidor de ureasa comprende un inhibidor de ureasa irreversible, por ejemplo,  $\text{Cu}^{2+}$ . Alternativamente, en el caso en que el inhibidor de la ureasa irreversible comprenda un metal, esto podría ser suministrado por procedimientos de oxidación electroquímica.

25 La figura 2 muestra un boceto de una realización de un sistema que comprende unidades para tratar y concentrar urea en un líquido rico en urea adecuado para procesar la fracción rica en urea a partir de materia de desecho de animales de acuerdo con la invención.

El procesamiento de la fracción rica en urea ureasa-inhibida de materia de desecho animal comprende operaciones químicas para preparar el producto de urea para su aplicación.

30 Generalmente, el procesamiento de fracciones ricas en urea comprende el almacenamiento en un tanque de almacenamiento temporal, por ejemplo, un tanque de almacenamiento separado (no mostrado) en el sitio de procesamiento o, por ejemplo, el tanque de almacenamiento 15 si las unidades de procesamiento no están situadas en el establo, por lo que puede obtenerse acumulación de cantidades adecuadas y almacenamiento durante un momento conveniente para un procesamiento económico adicional.

35 Generalmente, las separaciones comprenden separaciones de basura tales como diversas fibras de celulosa, arena, etc. mediante medios de filtración adecuados (no mostrados), por lo que se puede reducir una gran variabilidad de la eficiencia de decantación en las granjas antes de un procesamiento adicional. Opcionalmente, los residuos desechados se pueden reciclar al recipiente de almacenamiento de inhibidores de ureasa irreversibles, o se puede recuperar y reciclar opcionalmente un inhibidor de ureasa irreversible.

40 Preferentemente, el procesamiento de fracciones ricas en urea comprende la ultrafiltración en una unidad de ultrafiltración 21 mediante la cual se pueden eliminar microorganismos y sustancias macromoleculares tales como ureasa y bilirrubina en un desecho A. Esto mejora el producto rico en urea con respecto a evitar suciedad e incrustaciones de membranas de filtración en procedimientos de filtrado posteriores opcionales. Para algunas aplicaciones, la fracción rica en urea se puede usar en esta forma.

45 Preferentemente, sin embargo, el permeado B que comprende agua, urea, aminoácidos y sales inorgánicas de la fracción ultrafiltrada rica en urea se somete adicionalmente a un procedimiento de nanofiltración en una unidad de nanofiltración 22 por lo que se eliminan C otros componentes tales como inhibidores irreversibles tales como iones divalentes de cobre, plata, plomo o níquel, iones monovalentes, agentes complejantes y otros componentes, si no se han eliminado ya, por ejemplo, componentes de estiércol líquido tales como ureasa, bilirrubina y sus derivados. En esta etapa, la fracción D rica en urea se puede usar como un producto de urea para su uso, por ejemplo, como un agente de deshielo.

50 En una realización aún adicional, el permeado D que comprende agua, urea e iones monovalentes de la fracción rica en urea se somete adicionalmente a un procedimiento de hiperfiltración (por ejemplo, por ósmosis inversa) en una unidad de hiperfiltración 23 mediante la cual el agua puede ser eliminada en un desecho E y la fracción rica en urea se puede concentrar en un concentrado de urea F que contiene urea e iones adicionales tales como sodio, potasio, calcio, fosfato, cloruro y creatinina.

La figura 3 muestra un boceto de una realización de un sistema que comprende unidades para la polimerización de urea-formaldehído a partir de un concentrado de urea.

El concentrado de urea A, el metanal (formaldehído) B y la base C que proporciona un pH incluido en el intervalo 8-9, pero no una base a base de amonio, se conducen a un reactor 31 de agitación continua. En lugar de metanal puede usarse un precursor adecuado para metanal, por ejemplo, formalina, o paraformaldehído libre de agua. La elección del paraformaldehído permitiría que se eliminara menos agua en la etapa de preconcentración de la fracción rica en urea del tratamiento de materia de desecho animal de acuerdo con la invención. En el reactor 31 de agitación continua se forman diversos derivados de metilol. Se almacenan en un tanque de almacenamiento intermedio 32 antes de ser transferidos a un reactor de polimerización 33. La polimerización de urea-formaldehído se lleva a cabo por condensación exotérmica y separación de agua en condiciones ácidas débiles proporcionadas por la adición D de un ácido no halógeno tal como ácido acético a un pH incluido en el intervalo 4-5.

La reacción de polimerización se detiene en un tanque 34 de enfriamiento rápido mediante la adición de un agente extintor E tal como urea sintética, melamina y/o fenol en condiciones alcalinas débiles en el intervalo de pH incluido entre 7,5-8 proporcionado por una base no amónica F. Dependiendo de la aplicación del plástico de urea-formaldehído formado, se aplican diferentes técnicas de extinción, por ejemplo, condiciones básicas débiles, neutras y ácidas débiles en tres reactores paralelos cada uno equipado con unidades de control de pH adecuadas.

Opcionalmente, el producto de urea-formaldehído extinguido puede concentrarse, opcionalmente en forma cristalina, a través de una destilación adicional en una unidad de destilación 35 utilizando, por ejemplo, destilación al vacío y/o destilación instantánea. Debe observarse que este producto comprenderá además de urea, acumulaciones de diversas sales inorgánicas tales como sodio, potasio, calcio, fósforo, cloruro y creatinina, y cantidades minoritarias o traza de aminoácidos.

La resina de urea-formaldehído resultante se utiliza para diversos fines, por ejemplo, como un aglutinante de madera/adhesivo G cuando se disuelve en agua, o como un aglutinante en polvo/adhesivo H cuando está en forma seca, por ejemplo, después del secado por pulverización en una unidad de secado por pulverización 36.

## 6. Ejemplos

### Ejemplo 1 - Descomposición de ureasa de urea en amoníaco y dióxido de carbono

Para este ejemplo, un sistema de referencia de urea incoloro se define por la siguiente mezcla: en un matraz cónico se diluyen 10 g de urea sintética con agua hasta 50 ml, se añaden tres gotas del indicador ácido-base fenolftaleína.

Este sistema de referencia es estable, en el sentido de que no se produce la hidrólisis de urea. El color es constantemente incoloro, la reacción de acuerdo con la ecuación (5) no funciona, y por lo tanto no se produce la base débil amoníaco; el pH no aumenta, por lo que el cambio de color de la fenolftaleína a rojo no ocurre.

Si el sistema de referencia está contaminado con 1 ml de enzima ureasa - EC 3.5.1.5, 540 unidades por ml - se produce un espontáneo y rápido cambio de color a rojo - se forma amoníaco y se hidroliza la urea según la ecuación de reacción (5). Después de 60 minutos adicionales, el sistema contaminado con ureasa huele fuertemente a amoníaco.

*Se ve que la adición de ureasa a un sistema urinario descompone instantáneamente urea en amoníaco y dióxido de carbono.*

### Ejemplo 2 - El estiércol líquido que contiene ureasa y el metanal no pueden formar urea-formaldehído

Partiendo de nuestro sistema de referencia como se describe en el ejemplo 1 y añadiendo 30 ml de metanal al 24 % en peso - esta concentración, 24 % en peso, se usa en los siguientes ejemplos en los que se dosifica metanal - se forma un plástico muy duro, urea-formaldehído. Sin embargo, si los 30 ml se añaden al sistema contaminado con ureasa en su lugar no se forma ningún plástico duro.

*Se ve que la adición de ureasa a un sistema urinario descompone inmediatamente urea y que la resina de urea-formaldehído no puede formarse con un material de partida de estiércol líquido de un sistema de establo convencional.*

### Ejemplo 3 - Inhibición del ion $\text{Cu}^{2+}$ de la actividad ureasa

Una manera de evitar la actividad perjudicial de la enzima ureasa es añadir iones  $\text{Cu}^{2+}$  al sistema urinario. Si, por ejemplo, se añade 1 g de sulfato de cobre, se añade pentahidrato a nuestro sistema de referencia descrito en el ejemplo 1 y luego se contamina con 1 ml de ureasa, no ocurre el cambio de color de la fenolftaleína y el sistema contaminado no empieza a oler a amoníaco.

*Se observa que el efecto catalítico de la enzima ureasa sobre la hidrólisis de urea se pierde completamente por la presencia de iones  $\text{Cu}^{2+}$  en el sistema urinario.*

Ejemplo 4 – Efecto del ion  $\text{Cu}^{2+}$  sobre la formación de urea-formaldehído

Ahora una pregunta interesante es si la presencia de estos iones  $\text{Cu}^{2+}$  descritos en el Ejemplo 3 también inhibe la formación del plástico de urea-formaldehído. Esto se puede estudiar simplemente mediante la adición de 30 ml de metanal al sistema de referencia contaminado con ureasa y contaminado con  $\text{Cu}^{2+}$ . La polimerización tiene lugar según se define en las ecuaciones de reacción (2) - (4).

*Se ve que es posible formar el plástico de urea-formaldehído a pesar de la presencia de contaminación de ureasa en un sistema urinario siempre que estén presentes iones  $\text{Cu}^{2+}$ .*

Ejemplo 5 - Inhibición de iones  $\text{Ag}^+$  y  $\text{Pb}^{2+}$  de la actividad ureasa

Resulta que no solo  $\text{Cu}^{2+}$  elimina el efecto catalítico de la enzima ureasa sobre la hidrólisis de urea, los iones  $\text{Ag}^+$  y  $\text{Pb}^{2+}$  también lo hacen - por ejemplo, cuando se formulan en forma de nitrato de plata y acetato de plomo, respectivamente. Por ejemplo, si se agrega 1 g de nitrato de plata o 1 g de acetato de plomo a nuestro sistema de referencia y luego se contamina con 1 ml de ureasa, no ocurre el cambio de color de la fenoltaleína y el sistema contaminado no comienza a oler amoníaco.

*Se ve entonces que el efecto catalítico sobre la hidrólisis de urea se pierde completamente cuando están presentes iones  $\text{Ag}^+$  o  $\text{Pb}^{2+}$  en el sistema urinario.*

Ejemplo 6 – Efecto de iones  $\text{Ag}^+$  y  $\text{Pb}^{2+}$  sobre la formación de urea-formaldehído

Una pregunta interesante es ahora si la presencia de estos iones también inhibe la formación de plástico de urea-formaldehído. Esto se estudia sencillamente mediante la adición de 30 ml de metanal al sistema de referencia contaminado con ureasa, iones  $\text{Ag}^+$  o  $\text{Pb}^{2+}$ . La polimerización sigue como se define en las ecuaciones de reacción (2) - (4).

*Se ve que es posible formar el plástico de urea-formaldehído a pesar de un sistema urinario contaminado con ureasa - cuando están presentes iones  $\text{Ag}^+$  o  $\text{Pb}^{2+}$ .*

Ejemplo 7 – Inhibición de iones  $\text{Ag}^+$  y  $\text{Pb}^{2+}$  de la actividad ureasa y formación de urea-formaldehído

En la ureasa, el centro activo está constituido entre otros por iones  $\text{Ni}^{2+}$ , es decir, si no hay níquel en la ureasa, se elimina su efecto catalítico. El compuesto dimetilgloxima forma, en condiciones básicas débiles, un enlace complejo a los iones de níquel (II) por lo que la ureasa se vuelve inactiva.

Proporcionando un sistema urinario - que consiste en 10 g de urea sintética, diluida con agua a 50 ml y añadiendo 1 ml de amoníaco, 1 g de dimetilgloxima y 1 ml de ureasa, se puede observar un color rojo claro en el matraz de vidrio. Este color es causado por la formación del complejo entre la dimetilgloxima y el níquel (II); bis(dimetilgloximato)-níquel (II). Si se añaden 30 ml adicionales de metanal, la urea polimeriza como de costumbre con metanal formando urea-formaldehído.

*Se ve que, a pesar de la contaminación por ureasa, es posible formar el plástico de urea-formaldehído en un sistema urinario alcalino cuando está presente dimetilgloxima.*

Ejemplo 8 - Inhibición de etilendiamina de la actividad ureasa y formación de urea-formaldehído y formación de urea-formaldehído

Los iones de níquel (II) forman un compuesto complejo de color violeta fuerte con etilendiamina en forma de tris(etilendiamina)-níquel (II).

Proporcionando un sistema urinario - que consiste en 10 g de urea sintética, diluida con agua a 50 ml y añadiendo 1 g adicional de etilendiamina y 1 ml de ureasa, se observa un color violeta claro en el matraz de vidrio. Si se añaden 30 ml adicionales de metanal, la urea polimeriza habitualmente con metanal formando urea-formaldehído.

*Se ve que es posible formar el plástico de urea-formaldehído en un sistema urinario a pesar de la contaminación por ureasa, cuando está presente etilendiamina, en una concentración que depende naturalmente por completo de la concentración de ureasa.*

Ejemplo 9 - Formación de urea-formaldehído a partir de estiércol líquido libre de ureasa

La pregunta ahora es si la reacción de polimerización puede proceder en un sistema común de estiércol líquido, ¿Existen uno o más componentes químicos en el estiércol líquido que pueden inhibir la reacción entre la urea y el metanal? Esta cuestión se estudia proporcionando un sistema de estiércol líquido que consiste en 10 g de urea sintética, diluido con estiércol líquido reciente a 50 ml, siendo dicho estiércol directamente recogido de una sierra vertical y sin haber estado en contacto con las heces. Al añadir 30 ml adicionales, metanal urea polimeriza habitualmente con metanal para formar urea-formaldehído.

Se ve que no hay componentes químicos desconocidos en el estiércol líquido que inhiben el procedimiento de polimerización como se muestra en las ecuaciones (2) - (4).

Ejemplo 10 - Formación de urea-formaldehído a partir de urea concentrada producida por ganado – inhibición de ion  $\text{Cu}^{2+}$  de la actividad ureasa - tratamiento

5 La cuestión ahora es si es posible concentrar la urea producida por el ganado desde un sistema de establo y luego formar plástico de urea-formaldehído a partir de esta. Esta pregunta es estudiada en el siguiente experimento:

10 Debajo de un suelo de establo que soporta 20 cerdos para ser sacrificados se colocó una lámina de plástico grande que cubría el piso subyacente que tenía la forma de una pirámide invertida. Sobre esta lámina se añadieron 5 l de agua y 10 g de sulfato de cobre, pentahidrato. El estiércol líquido y las heces de los animales se recogieron sobre esta lámina durante las siguientes 24 horas. A partir de esta lámina, se recogió (y se separó) una muestra de 20 l y se trató en un sistema de hiperfiltración del tipo ROMEDI-250 suministrado por UNION-filtration a/s, Nakskov, Dinamarca. El procedimiento de separación se continuó hasta que se retiró un total de 15 l de líquido de permeado – agua. Se desechó la fracción pobre en urea.

15 A partir del concentrado de 5 l retenido, se muestrearon 50 ml y se añadieron 30 ml de metanal - la polimerización se llevó a cabo como se ha desvelado anteriormente.

*Se ve que es posible*

- 20 1) eliminar la actividad ureasa de las heces animales naturales mediante la adición de iones  $\text{Cu}^{2+}$  al sistema de estiércol;  
 2) concentrar la urea formada de forma natural por un simple procedimiento de separación por presión;  
 3) utilizar urea formada naturalmente como reactivo en una reacción de polimerización con metanal, véanse las ecuaciones (2) - (4).

Ejemplo 11 - Formación de urea-formaldehído a partir de urea concentrada producida por ganado - otros inhibidores de ureasa

25 El último de los experimentos de polimerización desvelados anteriormente se puede reproducir cuando el sulfato de cobre, pentahidrato está sustituido por acetato de plomo, nitrato de plata, dimetilgloxima o etilendiamina.

Ejemplo 12 - Inhibición reversible controlando el pH

En una realización preferente, dicha inhibición reversible de la actividad ureasa comprende tratar dicha materia de desecho recogida por un procedimiento que comprende disminuir y/o aumentar el pH. Preferentemente, dicho aumento y/o disminución de pH se logra añadiendo un sistema tampón tal como acetato de sodio/acetato acético.

30 Ejemplo 13 - Inhibición reversible controlando el pH y el tiempo de retención de urea

35 El control del pH de la materia de desecho recogida en el establo inferior permite seleccionar un pH próximo al punto isoeléctrico de la ureasa, es decir, aproximadamente pH 5,5 para el estiércol de materia de desecho animal. Debe tenerse en cuenta que el punto isoeléctrico real depende del origen de la ureasa y de las condiciones reales. A este pH, la ureasa no está completamente inhibida, pero su actividad es baja y determinada por su tiempo de retención en la materia de desecho recogida.

Con el fin de llegar a un modelo simple para la retención de ureasa en establo inferior y, por tanto, determinar cuándo vaciar el establo inferior para asegurar una pérdida suficientemente baja, el establo inferior se considera un simple reactor de tanque agitado continuo - CSTR - se hace referencia a la figura 1 que ilustra la situación.

40 Haciendo referencia a la figura 1, un sistema de establo comprende un contenedor de recogida de materia de desecho para la recogida de materia de desecho.

En una realización preferente, dicho recipiente de recogida está situado en un establo inferior 11 por debajo del suelo de establo de un establo superior 12 para los animales.

La entrada del inhibidor 11 al establo inferior es en este caso un tampón que consiste en acetato y acetato de sodio.

La siguiente reacción ocurrirá en el establo inferior



50 La urea se lleva al establo inferior, con el volumen  $V$ ,  $\text{dm}^3$ , por el suelo que separa el establo superior e inferior. La concentración de la entrada de urea se denomina  $C_0$ ,  $\text{mol}/\text{dm}^3$ . La entrada de urea se diluye en una fracción de agua denominada orina, con la velocidad volumétrica  $f$ ,  $\text{dm}^3/\text{min}$  que es directamente proporcional al número de animales,  $N$ , en el establo superior, y la cantidad promedio de orina,  $f$ ,  $\text{dm}^3/\text{min}$ , que un solo animal produce por minuto. Un simple balance de masa para la concentración de urea dependiente del tiempo  $C$ ,  $\text{mol}/\text{dm}^3$ , se expresa como

$$\tau_m \frac{dC}{dt} + R(C)\tau_m + C = C_o$$

en la que

$$\tau_m \equiv V / f = V / (N \bar{f})$$

5 es la constante de tiempo del establo inferior, y en la que  $R(C)$ ,  $mol/min/dm^3$ , es la velocidad de Michaelis-Menten expresada como

$$R(C) = \frac{v_m}{1 + K_m / C}$$

Si se sustituye esta expresión en la ecuación anterior, se obtiene

$$\tau_m \frac{dC}{dt} + \frac{v_m}{1 + K_m / C} \tau_m + C = C_o$$

10 En condiciones de estado estacionario, se deduce claramente que  $\tau_m dC/dt = 0$ , por lo tanto, la concentración de urea,  $C = C_s$ , se expresa a través de

$$\frac{v_m}{1 + K_m / C_s} \tau_m + C_s = C_{os} \Rightarrow$$

$$C_s^2 + (v_m \tau_m + K_m - C_{os}) C_s - K_m C_{os} = 0$$

o

$$C_s = \frac{C_{os} - v_m \tau_m - K_m + \sqrt{(v_m \tau_m + K_m - C_{os})^2 + 4C_{os} K_m}}{2}$$

15 Ahora se deduce que la constante de tiempo,  $\tau_m$ , necesaria para identificar  $C_s = (1-\eta)C_{os}$ ; es decir: 100 % de pérdida de urea, se expresa a través de

$$(1-\eta)C_{os} = \frac{C_{os} - v_m \tau_m - K_m + \sqrt{(v_m \tau_m + K_m - C_{os})^2 + 4C_{os} K_m}}{2}$$

o

$$\tau_m = \frac{\eta}{v_m} \left( \frac{1}{1-\eta} K_m + C_{os} \right)$$

20 Recordemos la relación:  $\tau_m \equiv V/f = V/(N \bar{f})$ , a través de la cual es posible calcular el número de animales por volumen del establo inferior. Si el establo inferior es viejo, pero debe ser rediseñado para minimizar la pérdida de urea en amoníaco, el volumen puede medirse mediante un procedimiento fotogramétrico (por ejemplo, el sistema de "V-star" de Leica y Nikon).

Cuando el  $pH$  es igual a 5,5 en un sistema de estiércol porcino,  $v_m$  y  $K_m$  iguales a aproximadamente  $2 \times 10^{-3} mol/dm^3/min$  y  $1 \times 10^{-3} mol/dm^3$ , por lo tanto  $[\tau_m]_{pH=5.5} \approx 50$  min cuando la pérdida de urea se fija en el 10 %. Cuando el

$pH$  es igual a 7 en un sistema de estiércol similar,  $v_m$  y  $K_m$  iguales a aproximadamente  $11 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3/\text{min}$  y  $4 \times 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ , por lo tanto  $[T_m]_{pH=7} \approx 9 \text{ min}$ . Tanto  $v_m$  como  $K_m$  se determinan a través de un diagrama clásico de Lineweaver-Burk descrito en la literatura bioquímica estándar, por ejemplo, véase "Biochemistry", tercera edición, Geoffrey Zubay, pág. 205 - 219, WMC-Publishers, ISBN:0-697-14267-1.

- 5 Nótese que la actividad ureasa puede variar entre diferentes sistemas de estiércol, por lo tanto ( $v_m$ ,  $K_m$ ) debe tratarse como un conjunto de parámetros fenomenalmente definido por las condiciones reales de un establo inferior dado. Dependiente de la composición de las heces de los animales, parte de la ureasa difundirá a la urea en la fase acuosa en el establo inferior. De hecho, desde el punto de vista de la ingeniería de diseño, la situación es muy similar a los fenómenos de transporte conocidos en los gránulos de catalizador.
- 10 El valor de  $pH$  en el establo inferior se ajusta preferentemente con un sistema tampón sin utilizar componentes que contaminan el medio ambiente y que son compatibles con los animales. En este caso se utiliza una combinación de acetato de sodio y acetato, porque es un agente no tóxico, no contaminante para el medio ambiente, el ácido  $\text{CH}_3\text{COOH}$  tiene el valor de  $pK_a$  más próximo a 5,5, por lo tanto, capacidad tampón máxima, por lo tanto, una cantidad mínima del sistema tampón tiene que ser añadida al establo inferior. El valor de  $pH$  en este sistema tampón se expresa como  $\frac{[Ac^-]}{[NaAc]} = 10^{pH-pK_a} = 10^{5,5-4,76} = 5,495$ . La capacidad tampón se calcula mediante la expresión:
- 15  $2,3 \frac{[NaAc] + [HAc]}{([Ac^-] + [H^+])^2} K_a [H^+]$ , y se tiene que diseñar el  $pH$  para ser constante en un marco de tiempo comparable a la constante de tiempo del establo inferior. Esto significa que es necesario realizar mediciones de prueba del  $pH$ , y luego ajustar opcionalmente la capacidad tampón. Debe mencionarse que el catión elegido en el sistema tampón podría tomarse de la lista de inhibidores de ureasa iónicos según la invención, véase anteriormente. Sin embargo, se debe tener en cuenta un uso opcional de la fracción pobre en urea que comprende las heces. Si esta fracción se va a utilizar como combustible de biogás, entonces el tampón elegido no debe afectar negativamente al microorganismo implicado del reactor de biogás. Sin embargo, para la fracción rica en urea a la que se ha añadido inhibidor(es) de ureasa irreversible(s) durante un largo tiempo de almacenamiento en la granja o en otro lugar, estos inhibidores se mantienen en un sistema cerrado y, por tanto, ambientalmente menos importante.
- 20

25

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de tratamiento de materia de desecho de animales, comprendiendo el procedimiento:

- 5 a) recoger la materia de desecho de los animales;  
 b) inhibir la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida; y  
 c) separar dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea que consiste esencialmente en un líquido que comprende urea y otros componentes solubles en estiércol líquido y una fracción pobre en urea;  
 en el que el procedimiento comprende, además:

10 d) inhibir irreversiblemente la actividad ureasa en dicha fracción rica en urea; y

en el que dicha inhibición en la etapa b) comprende inhibir reversiblemente la actividad ureasa de dicha materia de desecho recogida antes de dicha separación de dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en dicha fracción rica en urea y dicha fracción pobre en urea y en el que la inhibición reversible comprende tratar dicha materia de desecho recogida, dicha fracción rica en urea o ambas por un procedimiento que comprende:  
 15 disminuir y/o aumentar el pH; tamponar el pH; disminuir y/o aumentar la temperatura; disminuir y/o aumentar la presión; disminuir y/o aumentar la fuerza iónica, o una combinación de los mismos.

2. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha inhibición de la etapa d) comprende una inhibición irreversible de la actividad ureasa que comprende tratar dicha fracción rica en urea con un inhibidor irreversible, seleccionándose dicho inhibidor entre el grupo que comprende:

- 20 compuestos de urea tales como hidroxiamida, selenourea, fenilurea, tiourea;  
 hidroxamatos tales como hidroxamatos de aminoácidos, acetohidroxamato;  
 benzoatos tales como mercuribenzoato p-sustituido, p-cloro-mercuribenzoato, p-hidroximercuribenzoato, yodosobenzoato;  
 sulfonatos tales como p-cloromercuribenzenosulfonato;  
 25 imidas tales como N-etilmaleimida;  
 compuestos de fósforo tales como fosforamidato, fosfato;  
 iones monovalentes tales como  $F^-$ ,  $Na^+$  y  $K^+$ ;  
 iones metálicos divalentes tales como  $Hg^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Ag^+$ ,  $Mg^{2+}$  (débil),  $Ba^{2+}$ , preferentemente  $Cu^{2+}$ ,  $Ag^+$ , o  $Pb^{2+}$ , o una combinación de los mismos en forma de al menos una sal soluble en  
 30 agua; y/o  
 al menos un ion liberado electroquímicamente;  
 iones trivalentes tales como  $As^{3+}$ ; y  
 al menos un agente complejante de níquel, preferentemente dimetilgloxima, etilendiamina, EDTA, o una combinación de los mismos, y  
 35 otros compuestos tales como beta-mercaptoetanol, yodo, suramina, fenilsulfonato y furacina.

3. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 2, en el que dicha fracción pobre en urea está en forma de un líquido, un sólido o una combinación de los mismos, o en forma de un sólido seco.

4. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 3, en el que dicho inhibidor irreversible se recupera de dicha fracción rica en urea de actividad ureasa inhibida irreversiblemente y separada.

40 5. El procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 - 4, en el que dicha materia de desecho comprende heces y estiércol líquido de animales de granja, preferentemente cerdos.

6. Un procedimiento para producir urea-formaldehído a partir de materia de desecho de animales, comprendiendo el procedimiento:

- 45 a) producir una fracción rica en urea de la materia de desecho de los animales por un procedimiento que comprende:

- i) recoger la materia de desecho de los animales;  
 ii) inhibir la actividad ureasa en dicha materia de desecho recogida;  
 iii) separar dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en una fracción rica en urea que consiste esencialmente en un líquido que comprende urea y otros componentes solubles en estiércol líquido y una fracción pobre en urea; y  
 50 iv) inhibir irreversiblemente la actividad ureasa en dicha fracción rica en urea; y comprendiendo dicha inhibición de la etapa ii) inhibir reversiblemente la actividad ureasa de dicha materia de desecho recogida antes de dicha separación de dicha materia de desecho de actividad ureasa inhibida en dicha fracción rica en urea y dicha fracción pobre en urea; y en el que la inhibición reversible comprende tratar dicha materia de desecho recogida, dicha fracción rica en urea o ambas por un procedimiento que comprende: disminuir y/o  
 55

aumentar el pH; tamponar el pH; disminuir y/o aumentar la temperatura; disminuir y/o aumentar la presión; disminuir y/o aumentar la fuerza iónica, o una combinación de los mismos; y

b) hacer reaccionar dicha fracción rica en urea con metanal.

5 7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que dicha materia de desecho comprende heces y estiércol líquido de animales de granja, preferentemente cerdos.

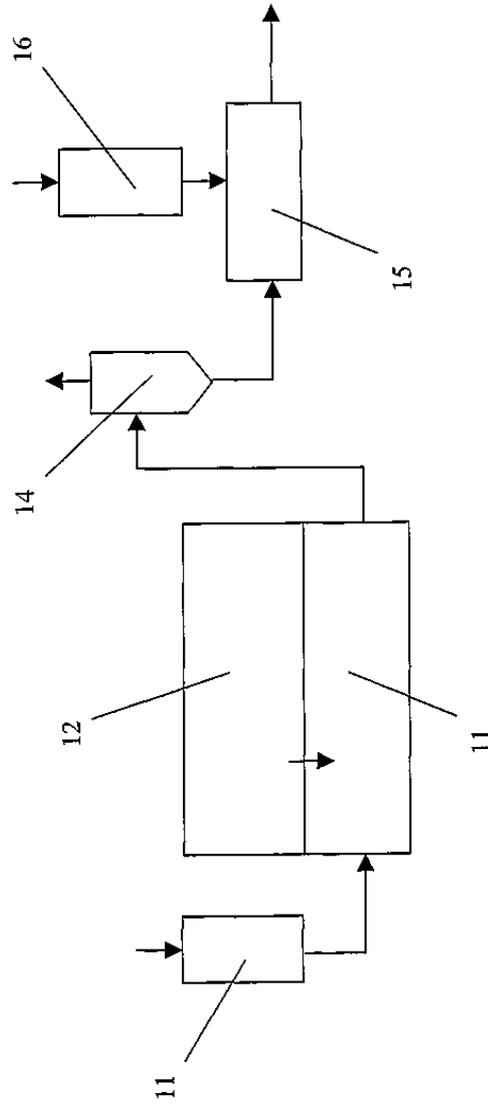


Fig. 1

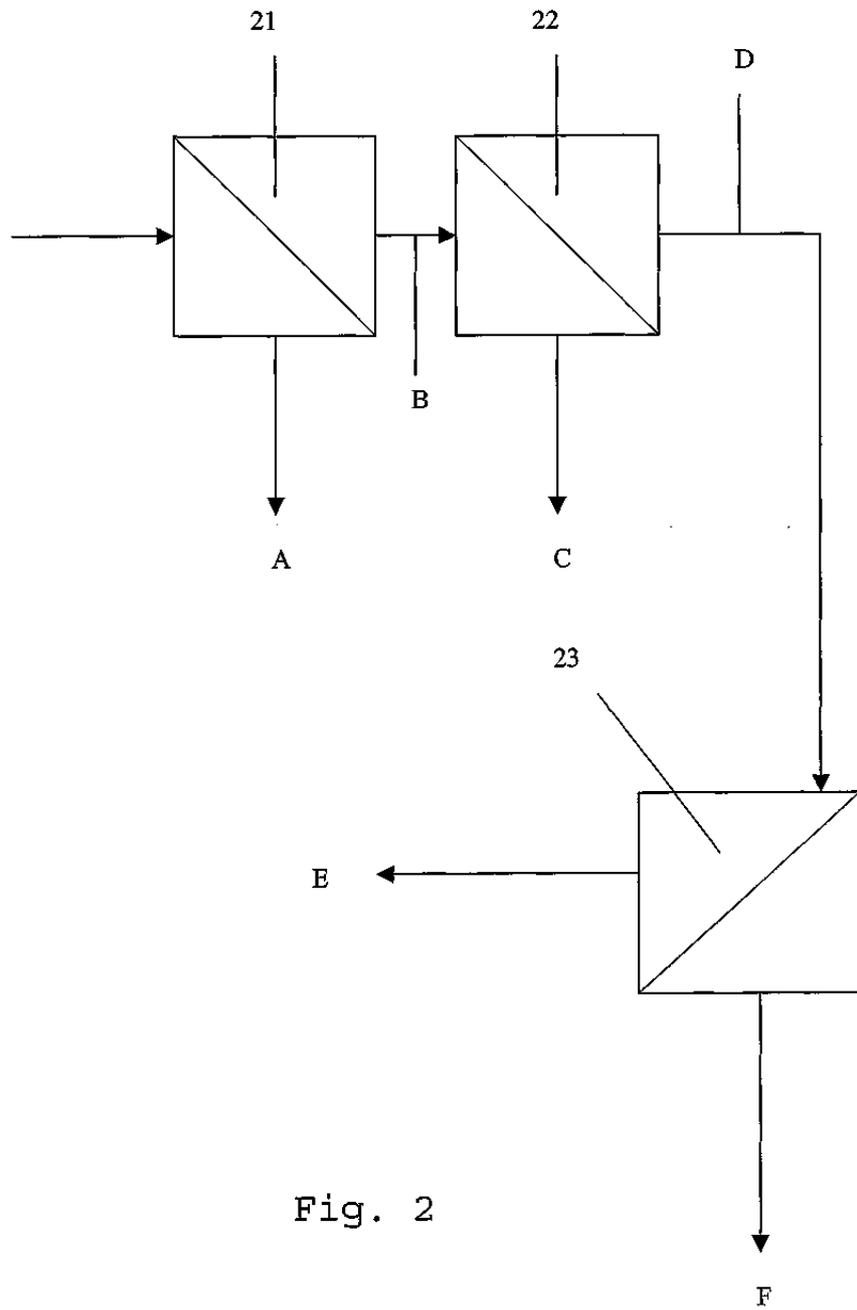


Fig. 2

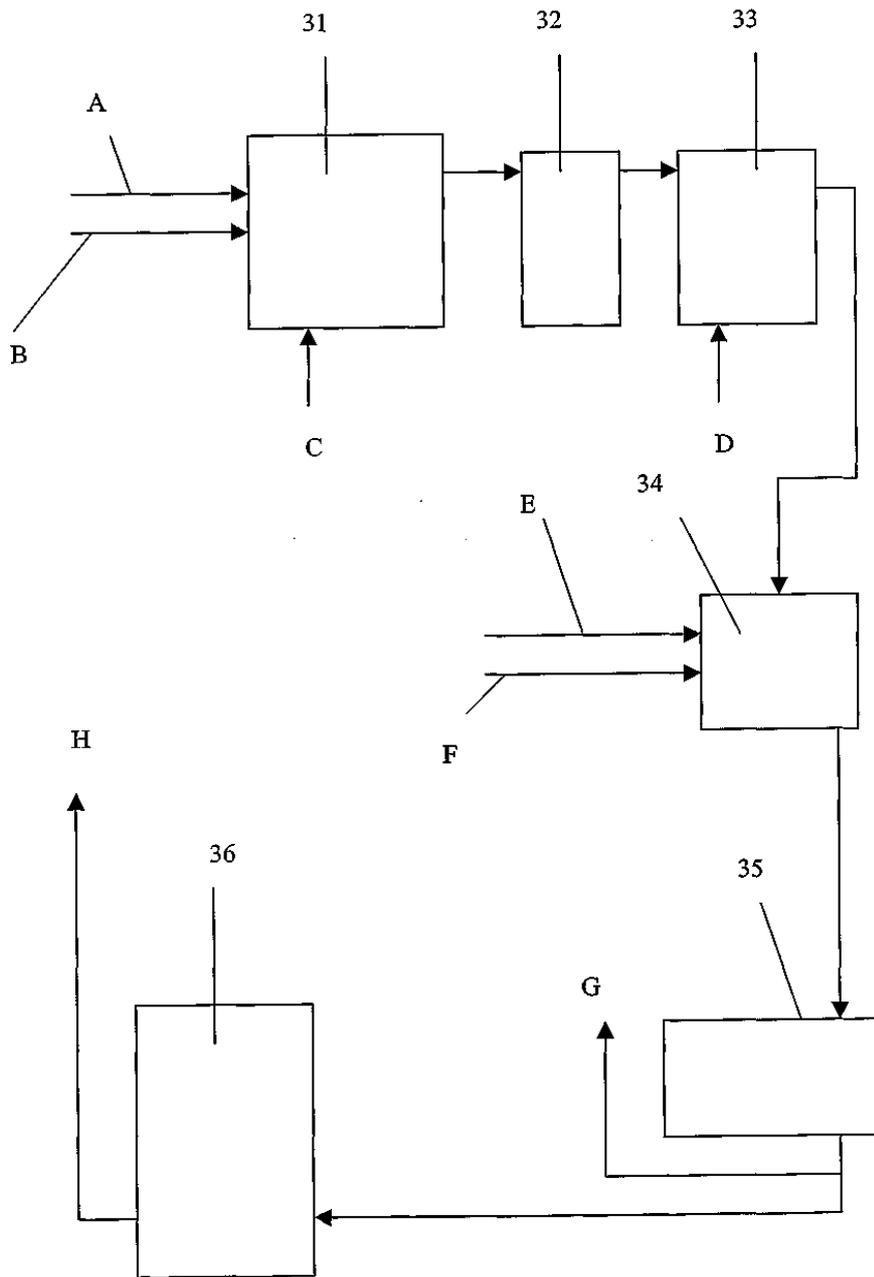


Fig. 3