

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 883**

51 Int. Cl.:

C02F 1/54 (2006.01)

C11B 13/00 (2006.01)

C02F 101/00 (2006.01)

C02F 103/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2009 E 09739353 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2015 EP 2274243**

54 Título: **Procedimientos de recuperación de sebo a partir de agua residual**

30 Prioridad:

29.04.2008 US 111345

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

14.07.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KHWAJA, ABDUL RAFI y
VASCONCELLOS, STEPHEN R.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 540 883 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimientos de recuperación de sebo a partir de agua residual

Campo de la invención

5 En general, la presente invención se refiere a la recuperación de sebo a partir de agua residual y, más particularmente, a la recuperación de sebo a partir de agua residual de procesado de carne. Se describe un procedimiento similar en el documento U.S. 6.372.145.

Antecedentes de la invención

10 El sebo es una materia prima importante para producir biocombustibles, tales como biodiesel, y se puede obtener por medio de aprovechamiento de grasa, aceite y grasas animales. El agua residual del procesado de carne contiene grasa, aceite y grasas animales en forma de productos residuales que se deben retirar para depurar el agua residual.

15 El tratamiento convencional para la depuración de agua residual incluye un clarificador o unidad de flotación, tal como una unidad de flotación por aire retenido o una unidad de flotación por aire disuelto, para separar las partículas sólidas suspendidas incluyendo grasa, aceite y materias grasas, en una fase sólida que flota y se deposita en las unidades de tratamiento. Desafortunadamente, el tratamiento convencional retira menos de un 40 % de las grasas, aceite y materia grasa del agua residual. Las grasas, aceite y materia grasa pueden formar emulsiones con el agua residual y son difíciles de separar.

20 Los coagulantes desémulsionantes y los floculantes se pueden usar para ayudar en la retirada de grasas, aceite y materia grasa por medio de ruptura de las emulsiones de aceite en agua y aglomerando las partículas de aceite. No obstante, tradicionalmente, los coagulantes usados, con frecuencia, contienen materiales inorgánicos, que pueden resultar nocivos para el medio ambiente y pueden dejar metales residuales en las grasas, aceite y materia grasa. Estos metales se convierten en una fuente de contaminantes en la producción de sebo y biodiesel, lo cual resulta negativo para los reactores de biodiesel y los motores diésel.

25 Lo que se requiere es un procedimiento mejorado y respetuoso con el medio ambiente para retirar grasas, aceite y materia grasa del agua residual de procesado de carne y la recuperación de sebo.

Breve descripción de la invención

30 En una realización, un procedimiento de recuperación de sebo a partir de agua residual de procesado de carne comprende añadir una composición de coagulante al agua residual con el fin de aglomerar grasa, aceite y partículas grasas suspendidas en el agua residual, separar los materiales residuales sólidos del agua residual y aislar sebo a partir de los materiales residuales sólidos, en el que dicha composición de coagulante comprende tanino.

Las diversas realizaciones proporcionan una retirada mejorada de grasas, aceite y materia grasa a partir de aguas residuales de procesado de carne sin la adición de metales pesados y para una recuperación mejorada de sebo. Las realizaciones usan tanino, que es un compuesto de origen natural que es respetuoso con el medio ambiente.

Descripción detallada de la invención

35 Las formas singulares "un", "una", "el" y "la" incluyen los referentes en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Los puntos finales de todos los intervalos que citan las mismas características se pueden combinar de forma independiente y son inclusivos del punto final citado.

40 El modificador "aproximadamente" usado en conexión con una cantidad incluye el valor establecido y tiene el significado dictado por el contexto (por ejemplo, incluye los intervalos de tolerancia asociados a la medición de la cantidad particular).

"Opcional" u "opcionalmente" significa que el evento o circunstancias posteriormente descritos pueden suceder o no, o que el material identificado posteriormente puede o no estar presente, y que la descripción incluye ejemplos en los cuales el evento o circunstancia tiene lugar o en los cuales el material está presente, y ejemplos en los cuales el evento o circunstancia no tiene lugar o el material no está presente.

45 En una realización, un procedimiento para recuperar sebo a partir de agua residual de procesado de carne comprende añadir una composición de coagulación al agua residual para aglomerar las partículas suspendidas de grasas, aceite y materia grasa del agua residual, separar los materiales residuales sólidos del agua residual y aislar el sebo a partir de los materiales residuales sólidos, en el que dicha composición de coagulante comprende tanino.

50 El agua residual de procesado de carne es cualquier tipo de agua residual producida por las industrias de procesado de carne, tal como agua residual de procesado de alimentos, agua residual de mataderos y agua residual procedente de restaurantes y otras industrias alimentarias. El agua residual de procesado de carne incluye grasas, aceite y materia grasa procedente de animales, tales como ganado vacuno, cerdos, ovejas y aves de corral. El agua

residual también puede contener sólidos susceptibles o no de deposición y sustancias proteínicas.

Se añade una composición de coagulante al agua residual de procesamiento de carne para aglomerar las partículas suspendidas de grasas, aceite y materia grasa. La composición comprende tanino, que es un material de origen natural y respetuoso con el medio ambiente. Los taninos son extractos solubles en agua y astringentes de corteza, maderas, raíces, hojas y frutas de diversas plantas y árboles. Los ejemplos de corteza son acacia, mangle, roble, eucalipto, tsuga oriental, pino, alerce y sauce. Ejemplos de maderas son quebracho, castaño, roble y urunday. Los ejemplos de frutas son miróbano, dividivi, tara y algarroba. Los ejemplos de hojas son zumaque y gambir. Los ejemplos de raíces son caña agria y palma enana. Los taninos naturales se pueden clasificar como taninos hidrolizables o taninos condensados y cualquiera de ellos resulta apropiado para su uso. La composición y estructura del tanino varía con la fuente y el procedimiento de extracción, pero se proporciona una estructura empírica como $C_{76}H_{52}O_{46}$ con muchos grupos OH unidos a los anillos aromáticos. La extracción y preparación del tanino es una práctica industrial bien conocida.

En una realización, la composición comprende un polímero de tanino soluble en agua o dispersable en agua. En otra realización, el polímero de tanino comprende un copolímero de un monómero de tanino y catiónico. En una realización, el monómero de tanino es un ión de amonio cuaternario etilénicamente insaturado, un ión de fosfonio cuaternario etilénicamente insaturado o un ión de sulfonio cuaternario etilénicamente insaturado. En otra realización, los monómeros de ión de amonio cuaternario etilénicamente insaturado son sales de amonio cuaternario de dialquilaminoalquil(met)acrilamidas, dialquilaminoalquil(met)acrilatos o cloruros de dialil o dialquil amonio. En otra realización, el monómero catiónico está seleccionado entre el grupo que consiste en sal cuaternaria de cloruro de metilo de acrilato de dietilaminoetilo, sal de sulfato de dimetilo de acrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dietilaminoetilo, dimetilaminopropil metacrilamida, dimetilaminopropil acrilamida, cloruro de dialildimetil amonio y cloruro de dialildietil amonio.

Opcionalmente, el polímero de tanino puede contener un monómero aniónico y/o un monómero no iónico. En una realización, el monómero aniónico es un ácido carboxílico insaturado o un grupo funcional de ácido sulfónico. Los ejemplos de monómeros aniónicos incluyen, pero sin limitarse a, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido vinil acético, ácido itacónico, ácido maleico, ácido alilacético, ácido estireno sulfónico, ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico, ácido 3-aliloxi-2-hidroxiopropano sulfónico o sus sales.

En una realización, el monómero no iónico es un monómero no iónico etilénicamente insaturado. Los ejemplos de monómeros no iónicos incluyen, pero sin limitarse a, acrilamida, metacrilamida, N-metilacrilamida, N,N-dimetilacrilamida, ésteres de alquilo (C_1-C_6) inferiores, tales como acetato de vinilo, acrilato de metilo, acrilato de etilo o metacrilato de metilo, ésteres de alquilo (C_1-C_6) inferiores hidroxilados, tales como acrilato de hidroxietilo, acrilato de hidroxipropilo o metacrilato de hidroxietilo, éter de alilo y glicidilo y éteres de alilo etoxilados de polietilenglicol, prolipropilenglicol o acrilato propoxilado.

En una realización, el polímero de tanino contiene de aproximadamente un 10 a aproximadamente un 80 por ciento en peso de tanino, de aproximadamente un 20 a aproximadamente un 90 por ciento en peso de un monómero catiónico, de un 0 a aproximadamente un 30 por ciento de un monómero no iónico y de un 0 a aproximadamente un 20 por ciento en peso de un monómero aniónico, en base al peso del polímero principal. En otra realización, el polímero de tanino contiene de aproximadamente un 20 a aproximadamente un 80 por ciento en peso de tanino, de aproximadamente un 20 a aproximadamente un 80 por ciento en peso de un monómero catiónico, de 0 a aproximadamente un 30 por ciento en peso de un monómero aniónico y de 0 a aproximadamente un 20 por ciento de un monómero aniónico, en base al peso del polímero principal. En otra realización, el polímero de tanino contiene de aproximadamente un 30 a aproximadamente un 60 por ciento en peso de tanino, de aproximadamente un 20 a aproximadamente un 70 por ciento en peso de un monómero catiónico, de 0 a aproximadamente un 30 por ciento en peso de un monómero no iónico y de 0 a aproximadamente un 20 por ciento en peso de un monómero aniónico, en base al peso del polímero principal. En otra realización, el polímero de tanino contiene de aproximadamente un 30 a aproximadamente un 55 por ciento en peso de tanino, de aproximadamente un 20 a aproximadamente un 70 por ciento en peso de un monómero catiónico, de 0 a aproximadamente un 30 por ciento en peso de un monómero no iónico y de 0 a aproximadamente un 20 por ciento en peso de un monómero aniónico, en base al peso del polímero de tanino.

Se pueden preparar los polímeros de tanino por medio de mezcla de los monómeros con tanino e iniciación por medio de un iniciador de radicales libres mediante técnicas de polimerización en emulsión, precipitación o solución. Se pueden usar los iniciadores convencionales, tales como compuesto azo, persulfatos, peróxidos y pares redox. En una realización, el iniciador es dihidrocloruro de 2,2'-azobis(2-amidinopropano) o un par de iniciador redox de t-butilhidroperóxido y metabisulfito de sodio. El iniciador está presente en una cantidad de aproximadamente un 0,1 a aproximadamente un 10 por ciento en peso, en base al peso del polímero de tanino.

La temperatura de reacción para la preparación del polímero de tanino no es crítica y generalmente tiene lugar de aproximadamente 10 °C a aproximadamente 100 °C. En otra realización, la temperatura de reacción es de aproximadamente 40 °C a aproximadamente 70 °C. En una realización, el tiempo de reacción es de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 60 minutos.

El peso molecular del polímero de tanino no es crítico, pero debe ser soluble en agua o dispersable en agua. En una realización, el peso molecular medio expresado en número es de aproximadamente 500 a aproximadamente 2.000.000. En otra realización, el peso molecular medio expresado en número es de aproximadamente 5000 a aproximadamente 200.000.

5 En una realización, la composición de coagulante comprende N,N-(dimetilaminoetil)metacrilato y tanino (tanino-PoliMADAME). La proporción molar de tanino con respecto a N,N-(dimetilaminoetil)metacrilato es de aproximadamente 1:0,5 a aproximadamente 1:5,0. En otra realización, la proporción molar es de aproximadamente 1:1,5 a aproximadamente 1:3. Tanino-PolyMADAME se encuentra comercialmente disponibles como nombre comercial Coag 250 (Nº CAS. 925460-60-2) de GE Betz.

10 La composición puede incluir otros floculantes catiónicos y aniónicos que no contienen metales pesados, que podrían contaminar las grasas, aceite y materia grasa aglomeradas. Los ejemplos de floculantes que se pueden añadir a la composición incluyen, pero sin limitarse a, poli(acrilamida), copolímeros de acrilamida con ácido acrílico o coagulantes, tales como arcillas, zeolitas, carbono activado. En una realización, los floculantes son sales cuaternarias de cloruro de metilo de acrilato de dimetilaminoetilo o un ácido acrílico y un copolímero de acrilamida o
15 copolímeros que contienen metacrilato de dimetilaminoetilo, cloruro de acrilamidopropiltrimetil amonio, cloruro de metacrilamidopropiltrimetil amonio, sulfonato de acrilamidopropilo, acrilamida, ácido acrílico o sus mezclas.

Se pueden añadir los floculantes en cualquier cantidad apropiada para mejorar la retirada de grasa, aceite y materias grasas suspendidas en el agua residual. En una realización, la cantidad de floculante es de un 0 a aproximadamente un 80 por ciento en peso, en base al peso total de la composición de coagulante. En otra
20 realización, la cantidad de floculante es de aproximadamente un 1 por ciento en peso a aproximadamente un 80 por ciento en peso, en base al peso total de la composición de coagulante. En otra realización, la cantidad de floculante es de aproximadamente un 10 por ciento en peso a aproximadamente un 75 por ciento en peso, en base al peso total de la composición de coagulante.

La composición de coagulante se añade al agua residual de cualquier manera convencional y la composición se dispersa de forma sencilla en el agua residual. En una realización, la composición de coagulante se inyecta en el agua residual. La composición se puede añadir al agua residual en forma pura o en solución acuosa, ya sea de forma continua o intermitente. En otra realización, la composición de coagulante se añade al agua residual en unidades convencionales de tratamiento de agua residual, tal como un clarificador, un sistema de flotación por aire retenido o un sistema de flotación por aire disuelto. La composición de coagulante se puede pre-mezclar y añadir al
30 agua residual o se puede añadir cada componente de la composición por separado o se puede pre-mezclar con uno o más de los otros componentes.

Se puede ajustar el pH del agua residual antes de añadir la composición de coagulante para mejorar el rendimiento de la composición de coagulante. Diferentes floculantes presentan un rendimiento mejorado a diferentes valores de pH. En una realización, el pH del agua residual es de aproximadamente 2 a aproximadamente 11. En otra
35 realización, se ajusta el pH a un intervalo de pH ácido. En otra realización, se ajusta el pH a un intervalo de pH alcalino. En otra realización, se ajusta el pH a un intervalo de pH neutro. En una realización, se ajusta el pH del agua residual a un valor de pH dentro del intervalo de aproximadamente 4,5 a aproximadamente 7,5. Se pueden usar ácidos, tales como ácido sulfúrico, y bases, tales como hidróxido de sodio, para ajustar el pH del agua residual.

Se añade la composición de coagulante en cualquier cantidad eficaz para aglomerar la grasa, aceite y materias grasas suspendidas en el agua residual. La dosificación actual depende de las características del agua residual objeto de tratamiento. En una realización, la composición de coagulante se añade al agua residual en una cantidad de aproximadamente 1 parte por millón en volumen hasta aproximadamente 1000 partes por millón en volumen. En otra realización, la composición de coagulante se añade al agua residual en una cantidad de aproximadamente 1 parte por millón en volumen a aproximadamente 100 partes por millón en volumen.

45 Se separan los materiales residuales sólidos del agua residual en una fase sólida y se retiran. Se puede separar la fase sólida de cualquiera manera convencional. En una realización, se separa la fase sólida del agua residual por medio de sedimentación. Se pueden usar unidades convencionales de tratamiento, tales como clarificadores o unidades de flotación, tales como unidades de flotación por aire retenido o de flotación por aire disuelto, para separar la fase sólida del agua residual.

50 Se depositan las partículas sólidas que contienen grasa, aceite y materias grasas sedimentadas en la fase sólida y se retiran del agua residual con la fase sólida. También se depositan las partículas aglomeradas de grasas, aceite y materia grasa en la fase sólida y se retiran del agua residual con la fase sólida.

Se procesan los materiales residuales sólidos a partir del agua residual para aislar y recuperar sebo. Generalmente, el término "sebo" se usa para incluir grasa, aceite o materias grasas depuradas procedentes de animales, tales como oveja, cordero, aves de corral, ternera y cerdo e incluye el término "tocino" que se refiere específicamente a
55 grasa, aceite y materias grasas de cerdo depuradas.

En una realización, se calientan y separan los materiales residuales sólidos en una centrífuga. En una realización, se calientan los materiales residuales sólidos con vapor hasta una temperatura dentro del intervalo de

aproximadamente 70 °C a aproximadamente 95 °C.

La centrifuga puede ser cualquier tipo de centrifuga convencional o tricanter. En una realización, se centrifugan los materiales residuales sólidos calientes de aproximadamente 1000 G a aproximadamente 3000 G. Se separan los materiales residuales sólidos en tres fases: agua, sebo y una fase sólida.

- 5 En otra realización, se puede mejorar la calidad del sebo por medio de la adición de un ácido a los materiales residuales sólidos antes del tratamiento térmico. En otra realización, se puede mejorar la calidad del sebo por medio de la adición de un ácido a los materiales residuales sólidos antes del tratamiento térmico. El ácido reduce la materia insoluble, la materia insaponificable y la humedad del sebo. Se piensa que el ácido disuelve la materia insoluble, que se separa del sebo durante la centrifugación, y convierte los ácidos grasos libres del sebo en triglicéridos para reducir la materia insaponificable. Los ácidos higroscópicos absorben y retiran agua del sebo.

- 10 En una realización, el ácido es un ácido mineral o un ácido orgánico. Ejemplos de ácidos minerales incluyen, pero sin limitarse a, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico o ácido nítrico. Ejemplos de ácidos orgánicos incluyen, pero sin limitarse a, ácido acético, ácido cítrico o ácido tartárico. En una realización, el ácido se añade en el intervalo de aproximadamente 0,001 g a aproximadamente 0,3 g de ácido por gramo de material residual sólido. En otra realización, el ácido se añade en el intervalo de aproximadamente 0,05 g a aproximadamente 0,3 g por gramo de material residual sólido.

- 15 Con el fin de mejorar la posibilidad de que los expertos en la técnica lleven a cabo la presente divulgación, se proporcionan los siguientes ejemplos a modo de ilustración y no a modo de limitación.

Ejemplos

- 20 Ensayos de Eficacia

- Con el fin de demostrar la eficacia de la composición de coagulante para retirar grasas, aceite y materia grasa del agua residual, se llevaron a cabo ensayos de depuración de agua residual de procesado de carne (ternera, cerdo y aves de corral) y se midieron la Grasa, Aceite y Grasas Suspendidas (FOG), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Sólidos Totales en Suspensión (TSS), Fósforo Total (TP), Turbidez, Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Nitrógeno Kjeldhal Total (TKN). Se llevó a cabo el ensayo de FOG de acuerdo con el Procedimiento de Ensayo EPA 1664 HEM Hexane Extractable HEM Oil & Grease. Se llevó a cabo el ensayo de DBO₅ de acuerdo con el Ensayo 5210 B de la página 5-2 de "The Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 18ª edición 1992, American Public Health Association, Washington, DC. Se llevó a cabo el ensayo de TSS de acuerdo con el Ensayo 2450 D de la página 2-56 de "The Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 18ª edición 1002, American Public Health Association, Washington, DC. Se llevó a cabo el ensayo TP de acuerdo con el Procedimiento EPA 600 365.2. Se llevó a cabo el ensayo de turbidez de acuerdo con el Procedimiento EPA 180.1. Se llevó a cabo el ensayo de DQO de acuerdo con el procedimiento de DQO de dicromato Hach. Se llevó a cabo el ensayo de TKN de acuerdo con el Procedimiento EPA 600 351.2

Procedimiento de ensayo

- 35 El procedimiento usado fue un ensayo de recipiente estándar diseñado para estimular la operación de un clarificador típico de tratamiento de aguas residuales o Unidad de Flotación por Aire Disuelto (DAF) o Unidad de Flotación por Aire Retenido (EAF). Se ajustó el pH del agua residual en un intervalo de aproximadamente 2 a aproximadamente 10. Se mezcló el agua residual al tiempo que se añadió la composición de coagulante. Se detuvo la mezcla tras dos minutos y se permitió que los sólidos se depositaran. Se analizó la Turbidez, DQO, DBO₅, TSS, TKN, FOG y TP de sobrenadante o subnadante.

Ejemplo 1

- Se obtuvieron 500 ml de agua residual de procesado de carne de aves de corral y se agitaron de forma continua. Se midió el pH del agua residual de carne de cerdo y se ajustó a un intervalo de aproximadamente 5,5 a aproximadamente 6,5 por medio de la adición de ácido sulfúrico. Se añadieron 200 ppm de tanino-PolyMADAME (Coag® 250 disponible en GE Betz) al agua residual. Se elevó el pH hasta un intervalo entre aproximadamente 6,5 y aproximadamente 7 por medio de la adición de hidróxido de sodio. Se añadieron 26 ppm de sal cuaternaria de cloruro de metilo 10/90 de copolímero de acrilato de dimetilaminoetilo/acrilamida y 13 ppm de copolímero de ácido acrílico/acrilamida 39/61 al agua residual. Se detuvo la agitación del agua residual transcurridos dos minutos y se permitió la sedimentación del agua residual. La Tabla 1 contiene los resultados de ensayo de eficacia de laboratorio del Ejemplo 1 en agua residual procedente de aves de corral y CE-1, una muestra no tratada de agua residual de carne de aves de corral.

Tabla 1

	CE-1	Ejemplo 1	Reducción
Coagulante (ppm)	0	239	
Turbidez (NTU)	831	29	97 %
DQO (mg/l)	4080	1019	75 %
DBO5 (mg/l)	2020	633	69 %
TSS (mg/l)	1579	134	92 %
FOG (mg/l)	360	9	98 %
TKN (mg/l)	286	194	32 %
TP (mg/l)	71	64	10 %

El Ejemplo 1 muestra una retirada mejorada de la turbidez, DQO, DBO5, TP, TSS, TKN y FOG en el subnadante.

Ejemplo 2

- 5 Se obtuvieron 500 ml de agua residual de procesamiento de carne de cerdo y se agitaron de forma continua. Se midió el pH del agua residual de carne de cerdo y se ajustó a un intervalo de aproximadamente 6 por medio de la adición de hidróxido de sodio. Se añadieron 5 ppm de tanino-PolyMADAME, 10 ppm de sal cuaternaria de cloruro de metilo 10/90 de copolímero de acrilato de dimetilaminoetilo/acrilamida y 5,0 ppm de copolímero de un copolímero de ácido acrílico/acrilamida 39/61 al agua residual. Se detuvo la agitación del agua residual transcurridos 2 minutos y se permitió la sedimentación del agua residual. La Tabla 2 contiene los resultados de ensayo de eficacia de laboratorio del Ejemplo 2 en agua residual de carne de cerdo y CE-2, una muestra no tratada de agua residual de carne de cerdo.

Tabla 2

15

	CE-2	Ejemplo 2	Reducción
Coagulante (ppm)	0	20 ppm	
Turbidez (NTU)	267	55	79 %
DBO5 (mg/l)	471	206	56 %
TSS (mg/l)	600	97	84 %
FOG (mg/l)	530	7,8	99 %

El Ejemplo 2 muestra una retirada mejorada de la turbidez, DBO₅, TSS y FOG en el subnadante.

Ejemplo 3

- 20 Se preparó una composición de coagulante por medio de mezcla de 200 ppm de tanino-PolyMADAME, 29 ppm de una sal cuaternaria de cloruro de metilo 10/90 de copolímero de acrilato de dimetilaminoetilo/acrilamida y 19 ppm de copolímero de ácido acrílico/acrilamida 39/61. Se añadió la composición de coagulante a agua residual de procesamiento de carne de ternera que se hizo fluir a través de una unidad de Flotación por Aire Retenido (EAF) de 0,19 m³ por minuto. La Tabla 3 contiene los resultados del ensayo de campo para el Ejemplo 3 en agua residual de ternera y para CE-3, CE-4 y CE-5, en agua residual de ternera no tratada. CE-3 y CE-4 establecen la retirada de la línea base de los ensayos de la unidad de EAF. CE-5 es una muestra de agua residual de ternera no tratada en la unidad EAF. El Ejemplo 3 contiene la composición de coagulante en la unidad de EAF. Los resultados de la Tabla 3 son una media de cuatro puntos de datos.

Tabla 3

	CE-3	CE-4	Reducción	CE-5	Ejemplo 3	Reducción
Coagulante (ppm)	0	0		0	248	

(continuación)

	CE-3	CE-4	Reducción	CE-5	Ejemplo 3	Reducción
DBO ₅ (mg/l)	9175	8825	4 %	12.725	3425	73 %
TSS (mg/l)	4600	3875	16 %	5075	1230	76 %
FOG (mg/l)	4100	2375	42 %	4175	1090	74 %
TKN (mg/l)	360	358	1 %	398	220	45 %
TP (mg/l)	64	62	3 %	88	64	27 %

El Ejemplo 3 muestra una retirada mayor de DBO₅, TSS, FOG, TKN y TP en el agua residual tratada en comparación con el tratamiento convencional de depuración de agua.

5 Ejemplo 4

Se transfirió una pequeña parte de la fase sólida que flotó durante la muestra CE-4 y el Ejemplo 3 (anterior) a dos tubos de centrifuga graduados, que formaban CE-6 y Ejemplo 4, respectivamente. Se registró el peso exacto de los sólidos transferidos. Se pusieron los tubos de centrifuga en un baño de vapor abierto y se calentaron los tubos hasta que la temperatura en la sección media de los sólidos fue de 85 ± 2 °C. Se retiraron los tubos de centrifuga al lograr 85 ± 2 °C.

Al retirar los tubos de centrifuga del baño de vapor, se transfirieron inmediatamente a una centrifuga de sobremesa y se centrifugaron a 1600 ± 100 G durante 10 minutos. El procedimiento de centrifugación separó la fase sólida en tres capas distintas, sebo, agua y sólidos. Se usaron las marcas graduadas de los tubos de centrifuga para determinar la fracción en volumen de cada capa y posteriormente se recuperó la masa real de sebo.

15 Debido que hubo un retardo temporal entre el ensayo real y el tiempo en el que la fase sólida alcanzó el laboratorio, se llevaron a cabo los ensayos de recuperación de sebo en varios días (19, 41 y 84 días después del ensayo). Las Tablas 4 y 5 contienen datos procedentes de los ensayos de recuperación de sebo. La Tabla 4 tiene los datos del Ejemplo 4 y la Tabla 5 contiene los datos de CE-6.

Tabla 4 (Resultados del Ejemplo 4)

Días desde el Ensayo	Densidad de lodo de la fase sólida de Ej. 3 (g/ml)	Densidad del sebo recuperado (g/ml)	Cantidad de sebo recuperado (g)	Proporción de sebo (g): lodo (g)	Fase sólida del Ej. 3 (l/h)	Fase sólida del Ej. 3 (kg/h)	Sebo recuperado (kg/h)
19	1,006	0,918	0,734	0,085	520,4	523,5	44,4
41	0,981	0,918	0,367	0,040	520,4	510,5	20,3
84	1,003	0,918	0,184	0,016	520,4	521,8	8,2

20

Tabla 5 (Resultados para CE-6)

Días desde el Ensayo	Densidad de lodo de la fase sólida de CE-4 (g/ml)	Densidad del sebo recuperado (g/ml)	Cantidad de sebo recuperado (g)	Proporción de sebo (g): lodo (g)	Fase sólida de CE-4 (l/h)	Fase sólida de CE-4 (kg/h)	Sebo recuperado (kg/h)
19	0,986	0,918	2,479	0,276	42,4	41,8	11,5
41	0,987	0,918	2,662	0,278	42,4	41,8	11,6
84	0,964	0,918	2,479	0,243	42,4	40,9	9,9

Las Tablas 4 y 5 muestran que trascurrido el día 19° del ensayo, el sebo recuperado a partir de las fases sólidas del Ejemplo 3 tuvo cuatro veces el sebo que se recuperó a partir de la fase sólida CE-4. Similarmente, el día 41° del ensayo, se recuperó dos veces la cantidad de sebo procedente de la fase sólida del Ejemplo 3 con respecto a la fase sólida de CE-4. Se desarrolló una ecuación cinética a partir de los datos con el fin de estimar la recuperación de sebo en el día del ensayo.

Tabla 4: Ecuación Cinética = ($R^2 = 0,980$)

$$\text{Sebo Recuperado (kg/h)} = 65,625e^{-0,0253 \text{ (días desde el ensayo)}}$$

Tabla 5: Ecuación Cinética = ($R^2 = 0,862$)

$$\text{Sebo Recuperado (kg/h)} = 12,428e^{-0,0025 \text{ (días desde el ensayo)}}$$

Las estimaciones cinéticas proporcionan que si se procesan las fases sólidas (calentamiento de vapor seguido de centrifugación) el mismo día que se generan, el sebo recuperado usando la composición de coagulante es de seis a ocho veces el sebo recuperado sin el uso de la composición de coagulante. El motivo principal para este aumento de la recuperación de sebo es la captura excesiva de FOG y TSS cuando se usa la composición de coagulante, lo cual contribuye a la cantidad de sebo recuperada.

15 Ejemplo 5

Se transfirió una pequeña parte de la fase sólida retirada durante la muestra CE-4 y Ejemplo 3 a dos tubos de centrífuga de vidrio graduados, formando CE-7 y Ejemplo 5, respectivamente. Se registró el peso exacto de los sólidos transferidos. Se añadieron 0,07 g de ácido sulfúrico por gramo de fase sólida para acidificar la fase sólida. Se colocaron los tubos de centrífuga en un baño de vapor abierto y se calentaron los tubos hasta que la temperatura en la sección media de los sólidos fue de 85 ± 2 °C. Se mantuvieron los tubos de centrífuga a esa temperatura durante 1 hora.

Al retirar los tubos de centrífuga del baño de vapor, se transfirieron inmediatamente a una centrífuga de sobremesa y se centrifugaron a 1600 ± 100 G durante 10 minutos. El procedimiento de centrifugación separó las fracciones flotantes en tres capas distintas, sebo, agua y sólidos. Se usaron las marcas graduadas de los tubos de centrífuga para determinar la fracción en volumen de cada capa y posteriormente la masa real de sebo recuperado.

La Tabla 6 contiene los datos de análisis de calidad de sebo para los Ejemplos 4 y 5 y para CE-6 y CE-7. Se midió la calidad del sebo para los tres parámetros: humedad y materia volátil, materia insoluble y materia insaponificable. Se llevaron a cabo los ensayos de acuerdo con los procedimientos de ensayo de American Oil Chemist Society: Procedimiento AOCS Ca 34-46 - Materia Insoluble, Procedimiento AOCS Ca 3B-38 - Humedad y Materia Volátil y Procedimiento AOCS Ca 6A-40 - Materia Insaponificable.

Tabla 6

	Humedad y Materia Volátil (%)	Materia Insoluble (%)	Materia Insaponificable
Ejemplo 4	1,63	0,03	1,85
CE-6	1,67	0,03	1,96
Ejemplo 5	1,32	0,02	1,26
CE-7	1,48	0,02	1,80

La Tabla 6 muestra que la calidad del sebo en los experimentos de recuperación de sebo sin adición de ácido (Ejemplo 4 y CE-6) es la misma para ambas muestras sin la composición de coagulante (CE-6) que para la muestra que contiene la composición de coagulante (CE-4). Cuando se añade un ácido a la fase sólida (Ejemplo 5 y CE-7), la calidad del sebo mejora (los números más bajos indican una mejor calidad); no obstante, la mejora es mucho mayor para la muestra que contiene la composición de coagulante (Ejemplo 5).

Aunque se han explicado las realizaciones normales con fines de ilustración, no deberían interpretarse las descripciones anteriores como una limitación del ámbito de la presente memoria. Por consiguiente, se pueden llevar a cabo diferentes modificaciones, adaptaciones y alternativas, por parte del experto en la técnica, sin apartarse del alcance de la invención que se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de recuperación de sebo a partir de agua residual de procesado de carne que comprende añadir una composición de coagulante al agua residual para aglomerar grasa, aceite y partículas grasas suspendidas en el agua residual, separar los materiales residuales sólidos del agua residual y aislar el sebo procedente de los materiales residuales sólidos, en el que dicha composición de coagulante comprende tanino.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la composición comprende un copolímero de un tanino y un monómero catiónico.
- 10 3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el monómero catiónico comprende un ión de amonio cuaternario etilénicamente insaturado, un ión de fosfonio cuaternario etilénicamente insaturado o un ión de sulfonio cuaternario etilénicamente insaturado.
4. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el monómero de ión de amonio cuaternario etilénicamente insaturado comprende una sal de amonio cuaternario de dialquilaminoalquil(met)acrilamida, dialquilaminoalquil(met)acrilato o cloruro de dialil dialquil amonio.
- 15 5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el monómero catiónico está seleccionado entre el grupo que consiste en sal cuaternaria de cloruro de metilo de acrilato de dietilaminoetilo, sal de sulfato de dimetilo de acrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dietilaminoetilo, dimetilaminopropil metacrilamida, dimetilaminopropil acrilamida, cloruro de dialildimetil amonio y cloruro de dialildietil amonio.
- 20 6. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el copolímero además comprende un monómero aniónico, un monómero no iónico o una de sus mezclas.
7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el monómero aniónico es un ácido carboxílico etilénicamente insaturado o un grupo funcional ácido sulfónico.
8. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el monómero no iónico es un monómero no iónico etilénicamente insaturado.
- 25 9. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el copolímero comprende de aproximadamente un 10 a aproximadamente un 80 por ciento en peso de tanino, de aproximadamente un 20 a aproximadamente un 90 por ciento en peso de un monómero catiónico, de un 0 a aproximadamente un 30 por ciento en peso de un monómero no iónico y de un 0 a aproximadamente un 20 por ciento en peso de un monómero aniónico, en base al peso total del polímero de tanino.
- 30 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la composición de coagulante comprende N,N-(dimetilaminoetil)metacrilato y polímero de tanino.
11. El procedimiento de la reivindicación 10, en el que la proporción en moles de tanino con respecto a N,N-(dimetilaminoetil)metacrilato es de aproximadamente 1:0,5 a aproximadamente 1:5,0.
12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la composición además incluye un floculante.
- 35 13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que el floculante es un copolímero que contiene metacrilato de dimetilaminoetilo, cloruro de acrilamidopropiltrimetil amonio, cloruro de metacrilamidopropiltrimetil amonio, sulfonato de acrilamidopropilo, acrilamida, ácido acrílico o sus mezclas.
- 40 14. El procedimiento de la reivindicación 13, en el que el floculante está presente en una cantidad de aproximadamente un 1 por ciento en peso a aproximadamente un 80 por ciento en peso, en base al peso total de la composición de coagulante.
15. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el pH del agua residual se ajusta desde aproximadamente 2 aproximadamente 11.