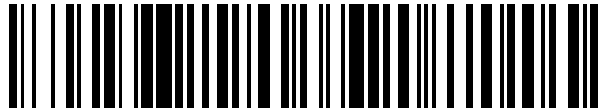


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 402**

21 Número de solicitud: 202090002

51 Int. Cl.:

C02F 1/72 (2006.01)
C02F 9/00 (2006.01)
C02F 1/32 (2006.01)
C02F 1/44 (2006.01)
C02F 101/38 (2006.01)
C02F 101/34 (2006.01)
C02F 103/32 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

10.07.2018

30 Prioridad:

28.07.2017 US 15/663282

43 Fecha de publicación de la solicitud:

08.05.2020

71 Solicitantes:

FRITO-LAY NORTH AMERICA, INC (100.0%)
7701 Legacy Drive
Plano, TX 75024 US

72 Inventor/es:

ANAND, Ashish;
KOTA, Siva Kumar y
VERMA, Ravindar

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

54 Título: **Método para la recuperación y el tratamiento de agua de la cuba de una freidora**

57 Resumen:

Un método para reducir la cantidad de acrilamida en agua recuperada de una cuba de una freidora. Esta invención proporciona un método para tratar acrilamida en el agua residual/agua del proceso. Compuestos orgánicos, tales como fenoles, acrilamida y compuestos fenólicos se pueden oxidar en presencia de compuestos oxidantes tales como hipoclorito y reactivo Fenton. El reactivo Fenton es un producto de reacción de sales de hierro (tal como el sulfato ferroso-FeSO₄) y peróxido de hidrógeno (H₂O₂). Genera OH* (radical) que tiene significativamente más poder de oxidación en comparación con los agentes oxidantes tradicionales tales como el cloro. El agua de la cuba de la freidora se recoge y trata utilizando reactivo Fenton, de modo que los niveles de acrilamida se reduzcan a menos de 0,1 ppb en el agua recuperada.

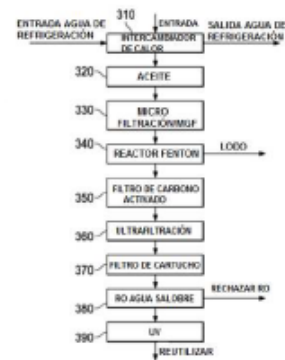


FIG. 3

DESCRIPCIÓN

Método para la recuperación y el tratamiento de agua de la cuba de una freidora

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo Técnico

5 La presente invención se refiere a un método para reducir y eliminar la cantidad de acrilamida en el agua liberada como vapor de la fritura de tubérculos tales como patatas, recuperación y tratamiento del agua de la cuba de la freidora, aguas residuales, sostenibilidad del agua y reutilización del agua. Esta invención permite la recuperación del agua de la cuba de la freidora que tiene niveles significativamente reducidos de acrilamida.

10 Descripción de la Técnica Relacionada

La acrilamida química se ha utilizado durante mucho tiempo en su forma de polímero en aplicaciones industriales para el tratamiento de aguas residuales, la recuperación mejorada de petróleo, la fabricación de papel, floculantes, espesantes, el procesamiento de minerales y tejidos de prensado permanente. La acrilamida precipita en forma de un sólido cristalino
15 blanco, es inodora y altamente soluble en agua (2155 g/L a 30°C). Sinónimos de acrilamida incluyen 2-propenamida, etilencarboxamida, amida del ácido acrílico, amida de vinilo y amida del ácido propenoico. La acrilamida tiene una masa molecular de 71,08, un punto de fusión de 84,5°C y un punto de ebullición de 125°C a 25 mm de Hg.

El tratamiento de las aguas residuales, el agua de proceso y la recuperación de alta calidad,
20 la reutilización y el reciclaje en el proceso es una solución a los problemas de escasez de agua que se enfrentan en muchas partes del mundo. Típicamente, las patatas contienen aproximadamente 80% de agua en peso. Tal como se ilustra en la Figura 1, las patatas (106) se lavan, pelan y cortan en rodajas en un bloque de operación de lavado, pelado y corte en rodajas (101), se fríen en una freidora (102) y se sazonan para producir un producto
25 acabado (105). Durante el proceso de fritura, el agua se evapora, lo cual genera vapor a baja presión (103) junto con compuestos orgánicos volátiles. El vapor generado puede condensarse utilizando diferentes sistemas, tales como enfriadores de absorción de vapor y condensador (104). El agua de la cuba de la freidora y el exceso de vapor se elimina actualmente y no se recupera ni se reutiliza. Se ha encontrado que el condensado de agua
30 de la freidora muestra la presencia de acrilamida y compuestos fenólicos. Un análisis del condensado de la freidora muestra que los niveles de acrilamida están entre 100 y 3000 ppb, lo que no cumple con la potabilidad de los patrones de agua desde el punto de vista de

la calidad. Por lo tanto, existe la necesidad de un proceso de recuperación y tratamiento del agua de la patata que está contenida en la patata a ser utilizada en el procedimiento de fabricación de patatas fritas. También es necesario recuperar el agua procedente de la operación de fritura en forma de vapor que se puede reutilizar en el proceso, después del tratamiento adecuado, para cumplir con las pautas de agua potable tales como las Normas USEPA y de la OMS de agua potable.

Los sistemas de tratamiento de agua convencionales incluyen típicamente procesos de tratamiento biológico, procesos de membrana, tecnología basada en resina y/u ozonización/UV. Sin embargo, estos sistemas son caros de instalar y de hacer funcionar y los métodos no tratarán la acrilamida. Algunos de los problemas que afectan al costo y al funcionamiento de estos sistemas incluyen la formación de incrustaciones en las membranas, lo que conduce a una mayor presión de funcionamiento para los sistemas de membranas y a menores recuperaciones de agua tratada, y una limpieza y reemplazo más frecuentes de las membranas. El alto costo de los equipos y procesos también es un problema con los sistemas convencionales de recuperación de agua. La acrilamida es de naturaleza altamente hidrófila, lo que hace que sea difícil de eliminar utilizando sistemas convencionales de membrana. Estos problemas han limitado el uso de sistemas convencionales. Por lo tanto, existe la necesidad de un sistema de bajo costo y eficiente para tratar el agua recuperada y reducir los niveles de acrilamida a menos de 0,1 ppb.

No se ha determinado que la acrilamida sea perjudicial para los seres humanos, pero su presencia en productos alimenticios o agua recuperada, especialmente a niveles elevados, es indeseable. A modo de ejemplo, la Figura 2 ilustra métodos bien conocidos de la técnica anterior para preparar patatas fritas a partir de material de patata cruda. Las patatas crudas, que contienen aproximadamente 80% o más de agua en peso, se lavan primero y pasan a una etapa de pelado **210**. Después de pelar la piel de las patatas crudas, las patatas son transportadas entonces a una etapa de corte en rodajas **220**. El grosor de cada una de las rodajas de patata en la etapa de corte en rodajas **220** depende del grosor deseado del producto final. Un ejemplo en la técnica anterior implica cortar las patatas en un grosor de aproximadamente 0,04 a aproximadamente 0,08 pulgadas (0,10 centímetros a 0,20 centímetros). Estas rodajas son transportadas luego a una etapa de lavado **230**, en la que el almidón de la superficie en cada una de las rodajas es separado con agua. Las rodajas de patata lavadas son transportadas a una etapa de cocción **240**. Esta etapa de cocción **240** implica típicamente freír las rodajas en una freidora continua a, por ejemplo, aproximadamente 171°C hasta aproximadamente 182°C (340-360°F) durante aproximadamente dos a tres minutos. La etapa de cocción reduce generalmente el nivel de

humedad de la patata frita a menos de 2% en peso. Por ejemplo, una típica patata frita sale de la freidora con aproximadamente 1-2% de humedad en peso. Las patatas fritas cocidas son transportadas luego a una etapa de condimentación **250**, en donde los condimentos se aplican en un tambor de rotación. Finalmente, las patatas fritas sazonadas prosiguen a una
5 etapa de envasado **260**. Esta etapa de envasado **260** implica generalmente alimentar las patatas fritas sazonadas a una o más básculas que luego dirigen las patatas fritas a una o más máquinas verticales de conformación, llenado y sellado para el envasado en un envase flexible. Una vez envasado, el producto se distribuye y es adquirido por un consumidor.

Con referencia de nuevo a la Figura 2, una patata frita fabricada no requiere la etapa de
10 pelado **210**, la etapa de corte en rodajas **220** o la etapa de lavado **230**. En cambio, las patatas fritas fabricadas pueden comenzar con un producto de patata deshidratado, tal como copos de patata. La deshidratación de las patatas libera agua que se desecha y no se recupera y reutiliza. Existe la necesidad de recuperar el agua del proceso de deshidratación. El producto de patata deshidratada se mezcla con agua y otros ingredientes menores para
15 formar una masa. Esta masa se lamina luego y se corta antes de continuar con una etapa de cocción. La etapa de cocción puede incluir freír u hornear. Las patatas fritas prosiguen luego a una etapa de sazonamiento y una etapa de envasado.

Sería deseable desarrollar uno o más métodos para reducir el nivel de acrilamida en el agua recuperada de una cuba de freidora, operación de lavado y pelado, y una operación de
20 unidad de deshidratación. De manera ideal, un procedimiento de este tipo debería reducir o eliminar sustancialmente la acrilamida en el agua recuperada haciendo a la vez que el agua sea potable. Además, el método debería ser fácil de implementar y, preferiblemente, añadir poco o ningún costo al procedimiento general.

SUMARIO DE LA INVENCION

25 La invención proporciona un método para tratar acrilamida en aguas residuales/aguas de proceso. Compuestos orgánicos, tales como fenoles y compuestos fenólicos pueden oxidarse en presencia de compuestos oxidantes tales como hipo y reactivo Fenton. El reactivo Fenton es un producto de reacción de sales de hierro (tal como el sulfato ferroso- FeSO_4) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Genera OH^* (radical) que tiene significativamente
30 más poder de oxidación en comparación con los agentes oxidantes tradicionales tales como el cloro. El agua de la cuba de la freidora se recoge y trata utilizando reactivo Fenton, de modo que los niveles de acrilamida se reduzcan a menos de 0,1 ppb en el agua recuperada.

Lo anterior, así como características y ventajas adicionales de la invención resultarán evidentes en la siguiente descripción escrita detallada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5 Los rasgos nuevos que se creen que son característicos de la invención se recogen en las reivindicaciones adjuntas. Sin embargo, la propia invención, así como un modo de uso preferido, objetivos adicionales y ventajas de la misma, se entenderán mejor con referencia a la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas cuando se leen junto con los dibujos adjuntos, en los que:

10 La Figura 1 es un flujo de proceso de la técnica anterior que ilustra la generación de vapor a partir de una cuba de una freidora.

La Figura 2 es un esquema de las etapas de procesamiento de patatas fritas de la técnica anterior.

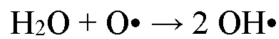
La Figura 3 es un sistema ilustrativo de recuperación y tratamiento de agua de acuerdo con una realización de la presente invención.

15 Las Figuras 4a y 4b son un diagrama de flujo de proceso de recuperación y tratamiento de agua ilustrativo de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de proceso de reutilización de agua ilustrativo de acuerdo con una realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

20 La presente idea incluye una forma innovadora de tratar acrilamida en las aguas residuales/aguas de proceso. Compuestos orgánicos, tales como acrilamida, fenoles y compuestos fenólicos pueden oxidarse en presencia de compuestos oxidantes tales como hipo, reactivo Fenton, etc. El reactivo Fenton es un producto de la reacción de las sales de hierro (tales como sulfato ferroso- FeSO_4) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2). Genera OH^* (radical) que tiene significativamente más poder de oxidación en comparación con los
25 agentes oxidantes tradicionales tales como el cloro. La reacción funciona en un amplio intervalo de pHs y temperaturas. De acuerdo con una realización ilustrativa preferida, se puede lograr la cinética más alta a un pH entre 3 y 6 e intervalos de temperatura entre 20°C y 30°C . La ecuación (1), como en el mecanismo de reacción que se muestra a continuación,
30 ilustra la oxidación de acrilamida con un radical OH^* que produce CO_2 , CO , NH_3 , NO_2 , NO_3 , y H_2O como subproductos.



El agua de la cuba de la freidora se puede recoger y tratar utilizando reactivo Fenton. Los niveles de acrilamida pueden reducirse en más del 99% en el agua. El experimento puede llevarse a cabo en un laboratorio con muestras de aguas residuales recogidas de una unidad de operación tal como una cuba de freidora ubicada en una planta de fabricación. Se puede realizar un análisis base para establecer los niveles de contaminantes. Para los experimentos se pueden preparar reactivos sulfato ferroso y peróxido de hidrógeno a diferentes niveles de concentración. La filtración preliminar de las aguas residuales se puede hacer utilizando microfiltración/ultrafiltración. La muestra de agua filtrada puede entonces ser tratada con reactivo Fenton (FeSO_4 y H_2O_2) y mantenida en el reactor antes de pasarla a través del filtro de carbono activado ("ACF"). El agua tratada con ACF puede utilizarse para medir la acrilamida en la muestra tratada. De acuerdo con una realización ilustrativa, el reactivo Fenton reduce los niveles de acrilamida en más del 99% en el agua y en algunos casos en más del 99,9%. Cabe señalar que el proceso es simple con unos pocos reactivos. El proceso es replicable y reproducible. El proceso más simple de menos reactivos permite construir un sistema de menor costo en comparación con los sistemas de tratamiento convencionales.

Estos resultados demuestran la capacidad de modificar una o más unidades de operación en cualquier proceso dado de la técnica anterior para preparar un producto alimenticio de modo que el agua tratada resultante comprenda una concentración reducida de acrilamida (< 0,1 ppb). "Concentración reducida de acrilamida" significa una concentración de acrilamida en el agua tratada final que es menor que la concentración de acrilamida tomada directamente de una unidad de operación tal como una cuba de freidora. Las expresiones "concentraciones reducidas de acrilamida", "concentración de acrilamida reducida" y "nivel de acrilamida reducido" se utilizan indistintamente en esta solicitud. Para el propósito de esta solicitud, "unidades de operación" significa un segmento definible de un método general para producir un producto alimenticio. Por ejemplo, con referencia a la Figura 2, cada una de las etapas de procesamiento de patatas fritas (la etapa de pelado **210**, la etapa de cortar en rodajas **220**, la etapa de lavado **230**, la etapa de cocción **240**, la etapa de sazonamiento **250** y la etapa de envasado **260**) se considera una unidad de operación separada con respecto

al proceso general de producción de un producto alimenticio de patata frita. Para el propósito de esta solicitud, “agua residual”, “agua recuperada” o “agua residual recuperada” significa agua tomada o recuperada directamente de una unidad de operación tal como una cuba de freidora. Para el propósito de esta solicitud, “agua tratada”, “agua recuperada tratada” o “agua residual tratada” significa agua generada por la reacción del agua residual con un reactivo Fenton.

Un primer ejemplo de manipulación de una unidad de operación implica la etapa de lavado **230** (ilustrada en la Figura 2) de patatas fritas producidas cortando material de patata cruda. El método de la técnica anterior de lavar rodajas implica enjuagar las patatas con agua a temperatura ambiente. El tiempo de permanencia medio de cada una de las patatas en este enjuague con agua en la técnica anterior es típicamente menor que aproximadamente 60 segundos, dependiendo del equipo utilizado.

La Figura 3 ilustra un sistema ilustrativo de recuperación y tratamiento de agua de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema (**300**) puede incluir un intercambiador de calor (**310**) para reducir las temperaturas de proceso del condensado de vapor recibido de una unidad de operación tal como una cuba de freidora. El agua residual o el condensado de vapor se pueden tomar directamente de la freidora o como un subproducto de un enfriador de absorción de vapor (no mostrado). El condensado de la freidora del enfriador o directamente de la freidora puede alimentarse a una entrada del intercambiador de calor (**310**). La temperatura del condensado de la freidora se reduce mediante el intercambio de calor con agua de refrigeración. La temperatura del condensado puede reducirse de un intervalo de 85°C a 90°C a un intervalo de 25°C a 30°C. El condensado de salida del intercambiador de calor (**310**) puede procesarse a través de una unidad de separación de aceite y grasa (**320**) utilizando tecnologías convencionales tales como la espumadera de aceite/API/DAF o sistemas de membrana tales como la membrana de la serie MW o equivalente. También se puede utilizar un filtro multigrado para separar los sólidos en suspensión (TSS). Posteriormente, el agua residual de la unidad (**320**) se procesa a través de una unidad de microfiltración (**330**) para separar los sólidos en suspensión. El agua residual sustancialmente libre de aceite y grasa y sólidos suspendidos es luego introducida en un reactor Fenton (**340**) en donde la acrilamida y los compuestos fenólicos se separan o reducen a través del proceso de oxidación. El subproducto del agua tratada de la reacción se hace pasar entonces a través de un filtro de carbono activado (**350**) para separar el color y otros compuestos orgánicos. Posteriormente, el agua tratada puede filtrarse con ultrafiltración (**360**) para separar o reducir los sólidos en suspensión y la turbidez. El agua tratada puede pasar luego a través de filtros de cartucho (**370**) para

separar o reducir las partículas de tamaño micrónico y proteger la ósmosis inversa (RO). Luego se puede realizar una ósmosis inversa (380) en el agua tratada para separar o reducir los sólidos disueltos. El agua tratada puede desinfectarse luego con exposición ultravioleta (UV) (390). El agua tratada de la UV puede reutilizarse en el proceso de fabricación para

5 diversas unidades de operación, tales como lavado, pelado, enfriamiento rápido, intercambiador de calor y cualquier otra unidad de operación que requiera agua. El agua tratada por ósmosis inversa (RO) puede utilizarse como un medio de enfriamiento en una torre de enfriamiento u otro equipo de enfriamiento. El agua tratada también se puede utilizar como agua de alimentación de la caldera en una caldera. La Tabla 1.0 como se

10 muestra a continuación demuestra la reducción de los niveles de acrilamida a medida que se recupera y trata el agua residual. Tal como se muestra claramente, los niveles de acrilamida se han reducido de 1500 ppb en el agua recuperada de la cuba de la freidora a menos de 0,1 ppb después de la reacción de Fenton y después de ACF en el agua tratada final. La Tabla 1.0 muestra los niveles de acrilamida reducidos a 1450 ppb con métodos de

15 filtrado estándares (agua C1). Aguas C2-C6 se tratan con diferentes volúmenes de FeSO_4 al 5% y H_2O_2 al 30%. Se ha demostrado que 5 ml de FeSO_4 al 5% y 1,5 ml de H_2O_2 al 30% fueron los óptimos para este experimento particular. Sin embargo, pueden utilizarse otras concentraciones y volúmenes de FeSO_4 al 5% y H_2O_2 al 30% para obtener una reducción óptima en los niveles de acrilamida. FeSO_4 al 5% y H_2O_2 al 30% se pueden añadir al reactor

20 Fenton in situ (al mismo tiempo) o por separado. La adición in situ permite que el radical OH esté disponible instantáneamente para la oxidación de los fenoles y compuestos fenólicos en el condensado de la cuba de la freidora. El reactivo Fenton es efectivo para reducir la mayoría de los compuestos orgánicos, tales como fenoles, bis-fenoles, hidrocarburos poliaromáticos y plaguicidas, etc. Debe tenerse en cuenta que el FeSO_4 en el reactivo

25 Fenton puede estar comúnmente disponible en la forma $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, en donde $x = 1$ a 10. En un modo de realización más preferido se puede utilizar $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. En otras realizaciones, también se puede utilizar sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) en el reactivo Fenton.

Tabla 1.0

Agua VAM de la planta A	FeSO₄ al 5%, ml	H₂O₂ al 30%, ml	Niveles de acrilamida después de ACF
Agua C1			1450 ppb
Agua C2	15,0	2,5	< 0,1 ppb
Agua C3	10,0	2,0	< 0,1 ppb
Agua C4	5,0	1,5	< 0,1 ppb
Agua C5	2,5	1,0	2,2 ppb*
Agua C6	2,0	0,5	10 ppb*

La Tabla 2.0, tal como se ilustra a continuación, muestra la reducción de acrilamida para diferentes muestras en más del 99%. El nivel de acrilamida en el agua tratada final es inferior a 0,5 ppb. De acuerdo con una realización ilustrativa preferida, la reducción porcentual de los niveles de acrilamida del agua residual al agua tratada es superior al 99,6%. De acuerdo con otra realización ilustrativa, el nivel de acrilamida en el agua tratada final es inferior a 1 ppb. De acuerdo con una realización más ilustrativa, el nivel de acrilamida en el agua tratada final es inferior a 0,5 ppb. De acuerdo con la realización más ilustrativa, el nivel de acrilamida en el agua tratada final es inferior a 0,1 ppb.

Tabla 2.0

Parámetros del agua	Agua de la cuba de la freidora	Agua tratada con reactivo Fenton	Agua tratada después de ACF
Acrilamida, ppb	1378	18,98	0,6
	182	0,5	< 0,5
	159	0,5	< 0,5
	122	0,5	< 0,5
	172	0,5	< 0,5

Como se muestra generalmente en las Figuras 4a y 4b, un método para recuperar y tratar aguas residuales (400) de una unidad de operación en un proceso de fabricación de un producto alimenticio puede describirse generalmente en términos de las siguientes etapas:

- (1) recuperar aguas residuales de una unidad de operación **(401)**;

La unidad de operación puede ser lavar, pelar, deshidratar, o el agua residual se puede extraer de la cuba de la freidora directamente o después de que el vapor de la freidora se procese a través de un enfriador de absorción de vapor. El condensado de la freidora puede luego hacerse pasar a través de un intercambiador de calor para reducir la temperatura en la preparación para la reacción de la etapa **(404)**. De acuerdo con una realización ilustrativa, la temperatura del condensado después de pasar a través del intercambiador de calor puede variar de 25°C a 30°C.

- (2) separar aceite y grasa del agua residual **(402)**;

El agua recuperada de la etapa **(401)** puede procesarse luego a través de una unidad de separación de aceite y grasa **(320)**.

- (3) permitir una reacción entre el agua residual de la etapa b) y un reactivo Fenton y generar agua tratada **(403)**; y

Una reacción entre el agua residual de la etapa **(402)** con un reactivo Fenton puede oxidar la acrilamida en el agua residual. De acuerdo con una realización ilustrativa preferida, el reactivo Fenton es un producto de combinación de reacción entre sales de hierro (FeSO_4) y H_2O_2 . De acuerdo con otra realización ilustrativa preferida, la concentración de sales de hierro (FeSO_4) puede variar de 1% a 50%. De acuerdo con otra realización ilustrativa preferida, la concentración de sales de hierro (FeSO_4) puede variar de 1% a 30%. De acuerdo con otra realización ilustrativa preferida, la concentración de H_2O_2 puede variar de 10% a 50%. El tiempo de reacción puede variar de 1 minuto a 120 minutos de acuerdo con una realización ilustrativa más preferida. El tiempo de reacción puede variar de 10 minutos a 60 minutos de acuerdo con una realización ilustrativa más preferida. La acrilamida se oxida con el radical hidroxilo y, por lo tanto, los niveles de acrilamida se reducen en el agua tratada. El pH de la reacción puede variar de 3 a 6. La temperatura de la reacción puede variar de 20°C a 30°C.

- (4) filtrar el agua tratada después de la reacción **(404)**;

El agua después de la reacción en la etapa **(403)** se puede filtrar entonces y procesar para eliminar el color, la turbidez, las micropartículas, los sólidos en

suspensión y los sólidos disueltos tal como se ilustra a continuación en las etapas (405, 406, 407, 408).

La etapa de filtración (404) puede describirse generalmente en términos de las siguientes etapas:

- 5 (5) hacer pasar el agua tratada a través de un filtro de carbono activado (405);
- (6) separar micropartículas y sólidos en suspensión del agua tratada mediante ultrafiltración (406);
- (7) realizar ósmosis inversa en el agua tratada (407); y
- 10 (8) desinfectar el agua tratada con un proceso ultravioleta (408).

En una realización, se puede utilizar una freidora multi-zona continua. Una freidora multi-zona continua puede tener dos o más entradas de aceite caliente en donde se inyecta aceite caliente después de salir de un intercambiador de calor que tiene una temperatura de salida. El condensado procedente de la freidora multi-zona puede recuperarse y tratarse con el método antes mencionado en las Figuras 4a y 4b y el sistema de la Figura 3.

La Figura 5 ilustra en general un diagrama de flujo de proceso de reutilización de agua ilustrativo de acuerdo con una realización preferida. El vapor (103) puede recuperarse y reutilizarse en forma de agua (108) en el procedimiento de fabricación. Por ejemplo, en la fabricación de patatas fritas, 20000 lb/h (2,52 kg/s) de patatas (106) pueden contener 4000 lb/h (0,50 kg/s) de sólidos y 16000 lb/h (2,02 kg/s). Se puede añadir 10% o 1600 lb/h (0,20 kg/s) de agua superficial en la unidad de operación de lavado (101). El agua total que podría recuperarse en potencia es 17600 lb/h (2,22 kg/s). En un procedimiento típico, pueden utilizarse 50 GPM (galones por minuto) (3,15 l/s) de agua, de los cuales 35 GPM (2,21 l/s) pueden recuperarse de la cuba de la freidora y tratarse para su reutilización como agua (108) en el procedimiento de fabricación. Por lo tanto, hay al menos un 70% de reducción en el requisito de agua para el procedimiento de fabricación. En el presente ejemplo, la cantidad de agua requerida en la fabricación se reduce de 50 GPM (3,15 l/s) a 35 GPM (2,121 l/s). Se analizaron otros elementos y más de 240 parámetros en el agua tratada para determinar el cumplimiento de los patrones de agua potable (USEPA, OMS) y reutilizar los patrones de agua.

Esta invención contempla combinar las enseñanzas de esta memoria con respecto a diversas manipulaciones de unidad de operación con el fin de lograr un nivel de acrilamida

deseado en el agua tratada final. Las combinaciones utilizadas dependen del producto de partida y del producto final deseado, y un experto en la materia puede ajustarlas de acuerdo con las enseñanzas de esta memoria. El efecto del pH y la temperatura de la reacción de acrilamida con el reactivo Fenton son otros factores que pueden considerarse y combinarse con las enseñanzas de esta memoria.

Si bien la invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a una o más realizaciones, los expertos en la materia entenderán que se pueden realizar diversos enfoques para la reducción de acrilamida en agua recuperada sin apartarse del espíritu y alcance de esta invención. Por ejemplo, si bien el procedimiento se ha descrito en esta memoria con respecto a los productos de patata, el procedimiento también se puede utilizar en el procesamiento de productos alimenticios hechos de hortalizas, maíz, cebada, trigo, centeno, arroz, avena, mijo y otros cereales a base de almidón. Además de las patatas fritas, la invención se puede utilizar en la fabricación de chips de maíz y otros tipos de chips de aperitivo, así como en cereales, galletas, galletas saladas, pretzels duros, panes y panecillos, y el empanado para carnes empanadas. En cada uno de estos alimentos, el método de la presente invención para manipular una o más unidades de operación se pueden combinar con otras estrategias para la reducción de acrilamida en el agua tratada.

Sumario del Método

El método de la presente invención anticipa una amplia diversidad de variaciones en el tema básico de implementación, pero puede generalizarse como un método para recuperar y tratar aguas residuales de una unidad de operación en un procedimiento de fabricación de un producto alimenticio, comprendiendo el método las etapas de:

- a) recuperar el agua residual de la unidad de operación;
- b) separar el aceite y la grasa del agua residual;
- c) permitir una reacción entre el agua residual de la etapa b) y un reactivo Fenton y generar agua tratada; y
- d) filtrar el agua tratada después de la reacción.

Este sumario general del método puede ser aumentado por los diversos elementos descritos en esta memoria para producir una amplia diversidad de realizaciones de la invención consistentes con esta descripción general del diseño.

Variaciones del Método

La presente invención anticipa una amplia diversidad de variaciones en el tema básico de recuperación y tratamiento de aguas residuales de una unidad de operación. Los ejemplos presentados previamente no representan el alcance completo de los posibles usos. Están
5 destinados a citar algunas de las posibilidades casi ilimitadas.

Este sistema y método básicos se pueden aumentar con una diversidad de realizaciones auxiliares, que incluyen, pero no se limitan a:

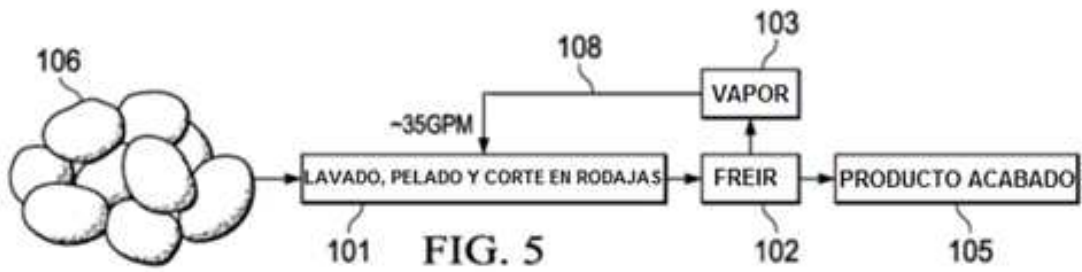
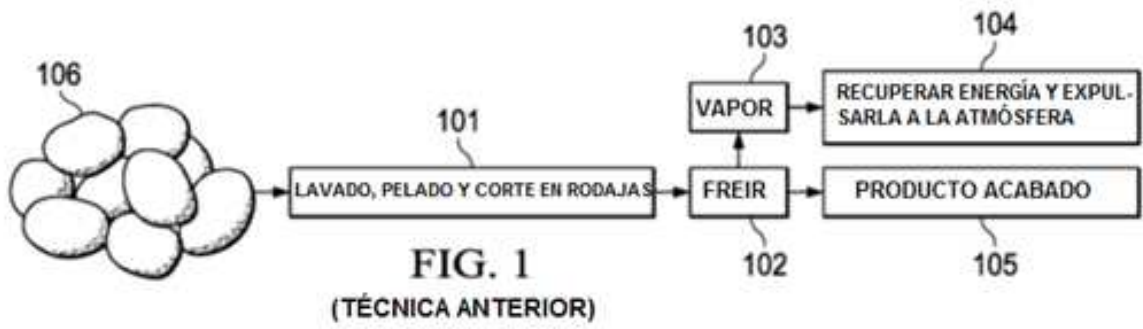
- Una realización en la que el reactivo Fenton es un producto de reacción de sales de hierro y H₂O₂.
- 10 • Una realización en la que la reacción en la etapa c) comprende, además, una reacción entre el radical hidroxilo del reactivo Fenton y fenoles en la salida de agua residual de la etapa b).
- Una realización en la que la reacción en la etapa c) comprende, además, una reacción entre el radical hidroxilo del reactivo Fenton y compuestos fenólicos
15 en la salida de agua residual de la etapa b).
- Una realización comprende, además, la reacción del reactivo Fenton y acrilamida.
- Una realización en la que la acrilamida se oxida cuando la acrilamida reacciona con el radical hidroxilo.
- 20 • Una realización en la que los niveles de acrilamida se reducen en al menos un 99,6% de los niveles del agua residual recibida de la unidad de operación.
- Una realización en la que los niveles de acrilamida se reducen a menos de 0,1 ppb.
- Una realización en la que la unidad de operación es una operación de freír y el agua de la etapa a) es agua recuperada del vapor en una cuba de freidora.
25
- Una realización en la que la unidad de operación es una operación de lavado o pelado.
- Una realización en la que el producto alimenticio es patata frita.

- Una realización en la que el producto alimenticio es un producto alimenticio a base de almidón.
- Una realización en la que el agua filtrada de la etapa d) se reutiliza en el procedimiento de fabricación.
- 5 • Una realización en la que la reacción en la etapa c) se produce en un intervalo de pH entre 3 y 6.
- Una realización en la que la reacción en la etapa c) se produce en un intervalo de temperaturas entre 20°C y 30°C.
- 10 • Una realización en la que la reacción en la etapa c) tiene un tiempo de reacción que varía de 10 minutos a 60 minutos.
- Una realización en la que una composición de las sales de hierro varía del 1% al 30% en volumen.
- Una realización en la que una composición del H₂O₂ varía del 10% al 50% en volumen.
- 15 • Una realización en la que el agua tratada de la etapa d) tiene patrones de agua potable de la USEPA, OMS.

REIVINDICACIONES

1. Un método para recuperar y tratar aguas residuales de una unidad de operación en un procedimiento de fabricación de un producto alimenticio, comprendiendo el método las etapas de:
- 5 a) recuperar el agua residual de la unidad de operación;
- b) separar el aceite y la grasa del agua residual;
- c) permitir una reacción entre el agua residual de la etapa b) y un reactivo Fenton y generar agua tratada; y
- d) filtrar el agua tratada después de la reacción.
- 10 2. El método de la reivindicación 1, en el que la etapa de filtración d) de agua tratada comprende, además, las etapas de:
- e) hacer pasar el agua tratada a través de un filtro de carbono activado;
- f) eliminar color, turbidez, micropartículas y sólidos en suspensión del agua tratada mediante ultrafiltración;
- 15 g) realizar una ósmosis inversa en el agua tratada; y
- h) desinfectar el agua tratada con un proceso ultravioleta.
3. El método de la reivindicación 1, en el que dicho reactivo Fenton es un producto de reacción de sales de hierro y H_2O_2 .
4. El método de la reivindicación 3, en el que dicha reacción en la etapa c) comprende, además, una reacción entre el radical hidroxilo de dicho reactivo Fenton y fenoles en la salida del agua residual de la etapa b).
- 20 5. El método de la reivindicación 3, en el que dicha reacción en la etapa c) comprende, además, una reacción entre el radical hidroxilo de dicho reactivo Fenton y compuestos fenólicos en la salida del agua residual de la etapa b).
- 25 6. El método de la reivindicación 5, que comprende, además, la reacción de reactivo Fenton y acrilamida.
7. El método de la reivindicación 6, en el que dicha acrilamida se oxida cuando dicha acrilamida reacciona con dicho radical hidroxilo.

8. El método de la reivindicación 7, en el que los niveles de acrilamida se reducen en al menos un 99,6% de los niveles del agua residual recibida de la unidad de operación.
9. El método de la reivindicación 7, en el que los niveles de acrilamida se reducen a menos de 0,1 ppb.
- 5 10. El método de la reivindicación 1, en el que dicha unidad de operación es una operación de freír y dicho agua procedente de la etapa a) es agua recuperada del vapor de una cuba de freidora.
11. El método de la reivindicación 1, en el que dicha unidad de operación es una operación de lavado o pelado.
- 10 12. El método de la reivindicación 1, en el que dicho producto alimenticio es una patata frita.
13. El método de la reivindicación 1, en el que dicho producto alimenticio es un producto alimenticio basado en almidón.
14. El método de la reivindicación 1, en el que dicho agua filtrada de dicha etapa d) se reutiliza en dicho procedimiento de fabricación.
- 15 15. El método de la reivindicación 1, en el que dicha reacción en la etapa c) se produce a un intervalo de pH entre 3 y 6.
16. El método de la reivindicación 1, en el que dicha reacción en la etapa c) se produce a un intervalo de temperaturas entre 20°C y 30°C.
17. El método de la reivindicación 1, en el que dicha reacción en la etapa c) tiene un tiempo
20 de reacción que varía entre 10 minutos y 60 minutos.
18. El método de la reivindicación 3, en el que una composición de dichas sales de hierro varía de 1% a 30% en volumen.
19. El método de la reivindicación 3, en el que una composición de dicho H₂O₂ varía de 10% a 50% en volumen.
- 25 20. El método de la reivindicación 1, en el que el agua tratada de la etapa d) tiene patrones de agua potable de la USEPA, OMS.



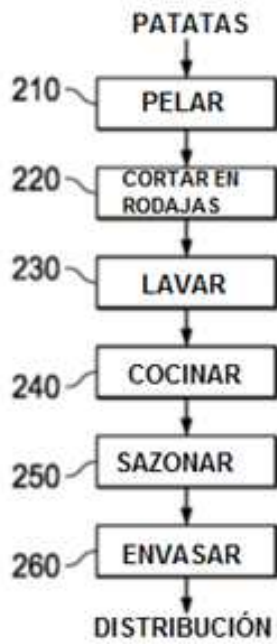


FIG. 2
(TÉCNICA ANTERIOR)

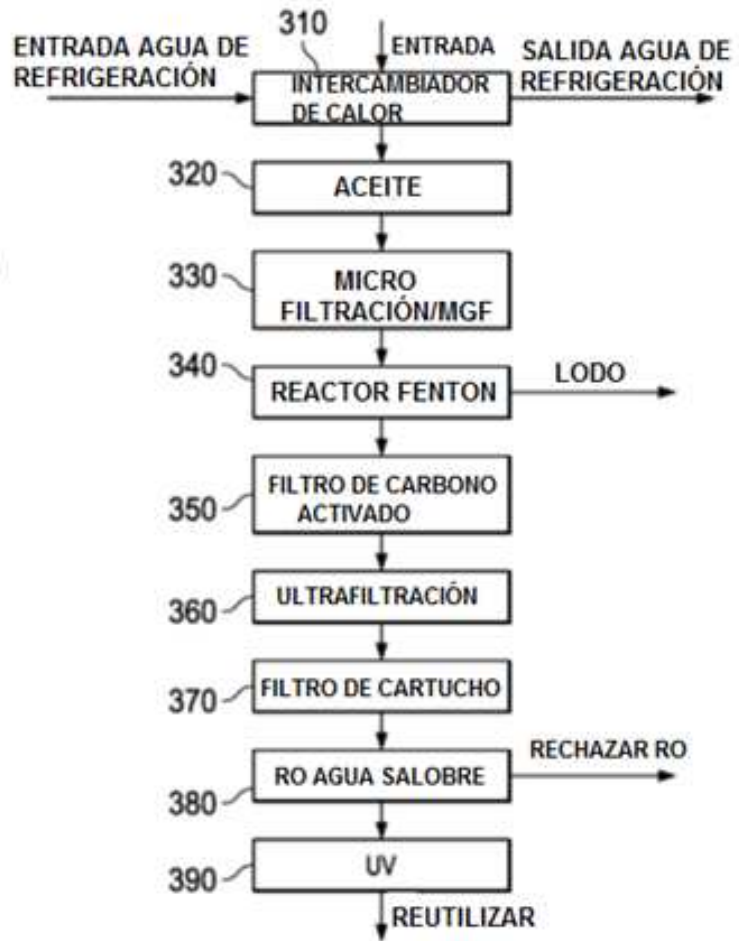


FIG. 3

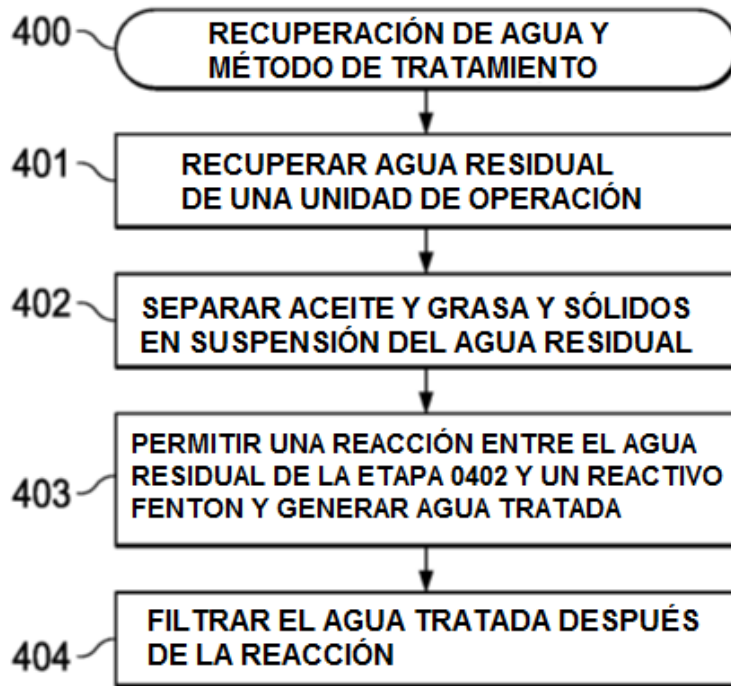


FIG. 4a

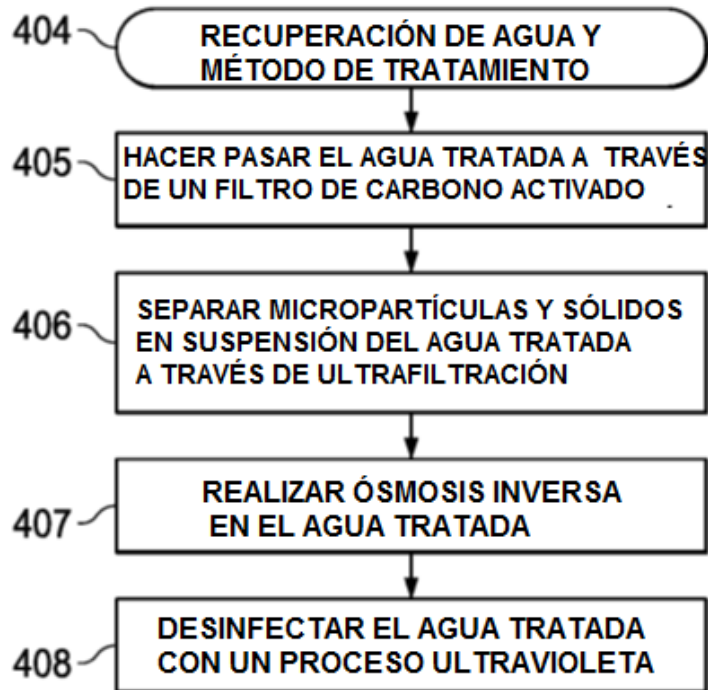


FIG. 4b