

SISTEMAS Y MÉTODOS PARA LA PREPARACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LAS PLANTAS, UTILIZANDO TÉCNICAS DE ÓSMOSIS

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención está relacionada con la producción a nivel industrial de productos derivados de las plantas y en particular de frutas, caña y material vegetal. El sistema y los métodos se pueden usar para producir productos finales como bebidas y fertilizantes, o insumos de proceso como agua de proceso. En particular, la presente invención se refiere a un proceso y aparato para concentrar soluciones líquidas que contienen sólidos disueltos hasta un contenido de agua muy bajo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Los materiales vegetales se utilizan a escala industrial para producir una amplia gama de productos que incluyen alimentos, bebidas, alcohol, fertilizantes y piensos (alimento para animales), solo por nombrar algunos. En la producción de tales productos, es típico exponer el material vegetal a una o más de una amplia gama de etapas de purificación para eliminar los componentes indeseables. Además, a veces se llevan a cabo etapas de concentración para eliminar el agua de un proceso intermedio para producir otros productos útiles como jugos concentrados.

[0003] El proceso de concentración de soluciones líquidas que contienen sólidos disueltos hasta un contenido de agua muy bajo, implica tradicionalmente el uso de evaporadores. Debido al aumento de los costos de la electricidad, el gas y el agua, este método de concentración se está volviendo prohibitivo para la industria de la concentración, a pesar de lograr niveles finales de concentración de agua de entre 10 y 30 por ciento en la solución líquida procesada.

[0004] Como ejemplo, el material vegetal se puede utilizar en la producción de alcohol por fermentación. Un material derivado de las plantas que contiene azúcar se incuba con levadura, y la levadura convierte metabólicamente el azúcar en alcohol. Un uso común de la fermentación es por las destilerías que utilizan azúcares vegetales como la melaza para la producción de alcohol. Primero, la melaza se diluye agregando agua para ajustar el total de sólidos disueltos a aproximadamente 7-8 % antes de agregar la levadura, el nitrógeno y otros nutrientes necesarios para que comience la fermentación. Al final de este fermento, cuando la glucosa se convierte en alcohol etílico y en dióxido de carbono, la solución se denomina como una solución de cerveza. El CO₂ se recolecta durante su producción y el alcohol se extrae a

través de una columna de destilación. La representación esquemática del proceso se puede ver en la Figura 1.

[0005] Los fondos (residuos) de destilación o granos gastados (bagazo) de este proceso de fermentación es un efluente orgánico complejo que se caracteriza por ser de color marrón oscuro, ácido y con un alto valor de DBO (demanda biológica de oxígeno) y DQO (demanda química de oxígeno). La solución es rica en carbono orgánico, K, Ca, Mg y S y contiene N, P, Mn, Fe, Zn, Cu y trazas de azúcar. También contiene promotores de crecimiento de plantas como el ácido indol acético y el ácido giberélico. La solución no es tóxica, es biodegradable y puede ser utilizado para las siguientes aplicaciones:

1. El compostaje, ya sea por medios tradicionales o mediante bio-metanización.
2. La recuperación de potasa mediante la incineración del bagazo destilado después de la neutralización con cal.
3. La fertilización de suelos para cultivos como arroz, trigo, caña de azúcar, nuez, plantas C3 y C4 y otros. La limitación es la alta DBO y la DQO que se puede superar diluyendo con agua para riego durante la aplicación. El fertilizante puede estar húmedo o seco.
4. La producción de biogás.

[0006] La mayoría de las 4000 destilerías de alcohol del mundo utilizan almidón y azúcar como materia prima hasta un 20 % de concentración en agua para la fermentación de levadura de etanol que se calienta a ebullición en un alambique para evaporar los productos de fermentación volátiles, principalmente etanol azeotrópico, que se condensan en un separador de columna y los residuos se descargan como fondos de destilación calientes que pueden contener de un 2 a un 10 % de sólidos orgánicos e inorgánicos disueltos y suspendidos compuestos principalmente de células de levadura gastadas y partes de la célula, metabolitos, subproductos de fermentación y almidón no fermentable y residuos de materia prima de azúcar. A menudo se agrega nitrógeno a la levadura de cultivo antes de la fermentación y la levadura típica se compone de casi un 90 % de proteínas y carbohidratos.

[0007] Después de la destilación para eliminar el alcohol, esta fracción de fondo de destilación a menudo se descarga directamente a un curso de agua, se decanta en fracciones más pesadas y ligeras, o se evapora para recuperar los sólidos como alimento para animales, se filtra para recuperar otros subproductos de fermentación de un concentrado, o tratado biológicamente por digestión anaeróbica para recuperar combustibles de metano (Figura 3).

[0008] La sustitución de evaporadores para la producción de agua reciclada a partir de fondos de destilación adecuados para su uso en la propagación de la fermentación alcohólica es enseñada por Bento et al en la patente de Estados Unidos 5 250 182.

[0009] Peyton et al, en la patente europea EP 1748835 B1, titulada "Método para producir una bebida a partir de la fermentación de fondos destilados", enseña la recuperación de agua potable de fondos de destilación gastados mediante un proceso de filtración de membrana presurizada utilizando membranas como UF (ultrafiltración), NF (nanofiltración) y RO (ósmosis inversa) para producir un permeado puro.

[0010] Peyton et al enfatizan el requisito de mantener la pasteurización de los fondos de destilación para la producción de agua potable procesando los fondos de destilación a una temperatura de entre 35 y 80 °C. La deshidratación de los fondos de destilación por RO resultó en un desperdicio con sólidos totales entre el 20 % y el 50 % que era adecuado para la fermentación posterior del metano para producir gas combustible.

[0011] La energía térmica también se recuperó del permeado de ósmosis inversa, reduciendo su alta temperatura a 25 °C usando intercambiadores de calor. Las membranas de ósmosis inversa utilizadas para este proceso son de poliamida para filtrar los fondos recientemente destilados a alta temperatura.

[0012] Peyton et al enseña que la concentración de sólidos total preferida de los fondos de destilación era menos del 10 % p/p en agua, más comúnmente del 1 % al 7 %, con una concentración de DQO de 20 000 a 80 000 ppm. Este líquido de alimentación se filtra primero por ultrafiltración, un proceso que elimina partículas de entre 0,1 y 0,005 micrones o moléculas con un peso molecular de corte de 10 000 Daltons. Esto también puede incluir una membrana NF adicional antes de la RO para eliminar partículas de 0,005 y 0,001 micrones de tamaño o de 700 Dalton de tamaño de corte.

[0013] Estas condiciones preferidas de los fondos de destilación son necesarias para evitar un taponamiento muy rápido de las membranas de RO o NF. Un paso adicional que Peyton et al incluye son los requisitos de un decantador centrífugo o un dispositivo de separación de líquido de curso, particularmente cuando la fracción de vinaza acuosa de los fondos de destilación se presenta para deshidratar a través de este proceso.

[0014] La concentración de colas de destilación por evaporación es el método estándar utilizado en muchas destilerías de todo el mundo para recuperar agua y subproductos (Figura 2). En resumen, los multiefectos u otros tipos de evaporadores industriales requieren que los

fondos de destilación sean tratados previamente por decantación o centrifugado para eliminar la mayoría de los sólidos. El concentrado producido por evaporación está compuesto por entre un 30 y un 35 % de sólidos totales. Los evaporadores más comunes que se utilizan para concentrar jugo o bagazo (fermentos sin alcohol) son los evaporadores de efectos múltiples en los que el agua se hierve en una secuencia de recipientes, cada uno mantenido a una presión más baja que la anterior. Dichos evaporadores, a pesar de ser más eficientes energéticamente que los evaporadores simples, siguen siendo grandes consumidores de energía (energía, vapor, agua, etc.) y tienen una eficiencia limitada a un número máximo de siete efectos en serie. Esta limitación al número de efectos se debe al análisis de costo-beneficio de agregar efectos a la práctica comercial.

[0015] Los sólidos eliminados por decantación pueden usarse como pienso para animales. Los fondos de destilación concentrados a menudo se secan más utilizando secadores industriales o métodos de secado tradicionales para producir fertilizantes agrícolas o de suelo (Figura 2).

[0016] El problema de usar evaporadores en el proceso de recuperación de agua de fondos destilados es el requisito del tratamiento previo con un decantador o centrífugo para eliminar la mayoría de los sólidos y los altos costos de energía y mantenimiento del equipo (Figura 3). En un escenario típico, un evaporador multiefecto consume 90 KWh para procesar 12 000 L y concentrarse hasta 3000 L en volumen final.

[0017] En la Figura 4, se puede ver que los costos de FO (*forward osmosis*, ósmosis directa) pueden variar con los diferentes tipos de membranas de FO utilizadas; sin embargo, la tecnología es mucho más barata que los costos de evaporación cuando se optimizan una membrana y las condiciones específicas.

[0018] Los materiales vegetales también se utilizan como base para la producción de una amplia gama de bebidas y productos intermedios tales como jugos de frutas, concentrados de zumos de frutas y productos de agua potable. Kambouris ha enseñado el uso de la filtración por exclusión de tamaño para la producción de agua potable a partir de frutas, verduras y jugo de caña de azúcar en la patente australiana número: 2010101445, titulada "Recuperación del agua". En esta técnica anterior, el uso de filtración a presión, ya sea por ósmosis inversa (RO) o nanofiltración (NF), para tratar el condensado extraído del jugo durante el proceso de concentración evaporativa, seguido del pulido con carbón, produjo agua potable, almacenable y limpia libre de residuos de azúcar y moléculas aromáticas de bajo peso molecular.

[0019] El condensado se puede obtener utilizando diferentes tipos de evaporadores, como el Centriterm, un evaporador de efecto único o multiefecto. Así mismo, se puede recolectar de todos los efectos, o de una combinación de efectos, o de un efecto de un evaporador de múltiples efectos.

[0020] A menudo se ve que el condensado recuperado del primer efecto de un evaporador de múltiples efectos o un evaporador único está altamente contaminado con el jugo de origen. El condensado de los efectos restantes y posteriores, es muy bajo en materia orgánica.

[0021] Si el condensado del efecto 1 se mezcla con el condensado de todos los demás efectos restantes del mismo evaporador, aumenta considerablemente la carga orgánica del condensado. Esto influye en la vida útil de la membrana de RO que Kambouris utiliza para filtrar el condensado para producir agua potable.

[0022] Los condensados derivados de los evaporadores, si se tratan en tiempo real, están calientes. El uso de FO y la eliminación de calor en la extracción de líquido antes de la regeneración por RO o NF, permite la generación de agua potable en tiempo real. Este proceso elimina la necesidad de membranas especiales de RO resistentes al calor, aunque se pueden utilizar si es necesario o preferido.

[0023] También se propone que se pueden lograr mayores eficiencias en el uso del evaporador mediante opciones distintas al aumento del número de efectos en cualquier evaporador.

[0024] Es un aspecto de la presente invención superar o mejorar un problema de la técnica anterior. Otro aspecto es proporcionar una alternativa útil a la técnica anterior.

[0025] La discusión de documentos, actos, materiales, dispositivos, artículos y similares se incluye en esta especificación únicamente con el propósito de proporcionar un contexto para la presente invención. No se sugiere ni se representa que alguno o todos estos asuntos formaran parte de la base de la técnica anterior o fueran de conocimiento general común en el campo relevante para la presente invención tal como existía antes de la fecha de prioridad de cada reivindicación provisional de esta solicitud.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0026] En un primer aspecto, pero no necesariamente el aspecto más amplio, la presente invención proporciona un método para preparar un producto derivado de una planta o un intermedio del proceso o un insumo del proceso, comprendiendo el método las etapas de:

Proporcionar un material de partida derivado de una planta, someter el material de partida a una etapa de ósmosis directa contra una solución de extracción para producir un concentrado de material vegetal, y someter la solución de extracción a una etapa de eliminación de agua.

[0027] En una realización del método del primer aspecto, la etapa de eliminación de agua está configurada para proporcionar una fracción rica en agua y una fracción pobre en agua.

[0028] En una realización del primer aspecto, el método comprende la etapa de utilizar la fracción pobre en agua como la solución de extracción de la etapa de ósmosis directa, o un componente de la solución de extracción de la etapa de ósmosis directa.

[0029] En una realización del método del primer aspecto, la etapa de ósmosis directa se lleva a cabo al mismo tiempo que la etapa de eliminación de agua, y la fracción pobre en agua se conduce a la solución de extracción de la etapa de ósmosis directa.

[0030] En una realización del primer aspecto, el método comprende el paso de conducir de forma continua o semicontinua la solución de extracción del paso de ósmosis directa al paso de eliminación de agua, y conducir de forma continua o semicontinua la fracción pobre en agua de la etapa de eliminación de agua a la solución de extracción de la etapa de ósmosis directa en una disposición cíclica.

[0031] En una realización del método del primer aspecto, la disposición cíclica está sustancialmente cerrada.

[0032] En una realización del método del primer aspecto, la etapa de eliminación de agua es una etapa de ósmosis inversa, o de nanofiltración, o de ultrafiltración, o de condensación, o de destilación por membrana.

[0033] En una realización del primer aspecto, el método comprende la etapa de recoger el concentrado del material vegetal de la etapa de ósmosis directa y, opcionalmente, someter el concentrado a una o más etapas de proceso adicionales.

[0034] En una realización del método del primer aspecto, el concentrado de material vegetal recolectado de la etapa de ósmosis directa se procesa adicionalmente para formar un producto fertilizante.

[0035] En una realización del método del primer aspecto, la etapa de procesamiento adicional comprende uno o más métodos de: secar, moler, peletizar, mezclar con un excipiente botánico aceptable y mezclar con una especie de microbios funcional.

[0036] En una realización del método del primer aspecto, el concentrado de material

vegetal recolectado de la etapa de ósmosis directa se procesa adicionalmente para formar un producto alimenticio para animales.

[0037] En una realización del método del primer aspecto, la etapa de procesamiento adicional comprende uno o más métodos de: secar, moler, peletizar y mezclar con un excipiente nutricionalmente aceptable.

[0038] En una realización del método del primer aspecto, el método comprende la etapa de recoger la fracción rica en agua de la etapa de eliminación de agua y, opcionalmente, someter el concentrado a una o más etapas de proceso adicionales.

[0039] En una realización del método del primer aspecto, la fracción rica en agua recogida de la etapa de eliminación de agua se utiliza como agua de proceso en el método, o en un segundo método.

[0040] En una realización del método del primer aspecto, la fracción rica en agua recogida de la etapa de eliminación de agua se procesa adicionalmente para formar un producto de bebida.

[0041] En una realización del método del primer aspecto, la etapa de procesamiento adicional comprende una o más etapas de eliminación de solutos, una etapa de eliminación de microbios, una etapa microbicida (mezcla con un agente suplementario) y finalmente una etapa de embotellado.

[0042] En una realización del método del primer aspecto, la etapa de eliminación del soluto comprende una etapa de adsorción.

[0043] En una realización del método del primer aspecto, la etapa de adsorción es una etapa de carbón activado o una etapa de zeolita.

[0044] En una realización del método del primer aspecto, el material de partida derivado de las plantas es un extracto molido o licuado de un material vegetal.

[0045] En una realización del método del primer aspecto, el material de partida derivado de las plantas es un subproducto o producto intermedio de un proceso industrial.

[0046] En una realización del método del primer aspecto, el material de partida derivado de las plantas es un condensado o un permeado de un proceso de concentración de zumo de las plantas.

[0047] En una realización del método del primer aspecto, el material de partida derivado

de las plantas es un fondo de un proceso de fermentación que utiliza una materia prima vegetal.

[0048] En un segundo aspecto, la presente invención proporciona un producto fertilizante producido mediante un método de acuerdo con cualquier realización del primer aspecto.

[0049] En un tercer aspecto, la presente invención proporciona un producto alimenticio para animales producido mediante un método de acuerdo con cualquier realización del primer aspecto.

[0050] En un cuarto aspecto, la presente invención proporciona un producto de bebida potable producido mediante un método de acuerdo con cualquier realización del primer aspecto.

[0051] En un quinto aspecto, la presente invención proporciona un producto intermedio de proceso, producido mediante un método de acuerdo con cualquier realización del primer aspecto.

[0052] En un sexto aspecto, la presente invención proporciona un sistema para preparar un producto derivado de una planta o un producto intermedio de proceso o una entrada de proceso; el sistema comprende un aparato de ósmosis directa que contiene una parte de retención de la solución de extracción y un aparato de eliminación de agua que comprende una porción que contiene la fracción pobre en agua, donde la parte que retiene la solución de extracción está en comunicación fluida con la parte que contiene la fracción pobre en agua.

[0053] En una realización del sexto aspecto, el sistema está configurado de tal manera que: (i) Una solución de extracción de la parte de retención de la solución de extracción del aparato de ósmosis directa se conduce a la parte de retención de la fracción pobre en agua del aparato de eliminación de agua, y (ii) una parte que retiene la fracción pobre en agua del aparato de eliminación de agua se conduce a la parte que retiene la solución de extracción del aparato de ósmosis directa.

[0054] En una realización del sexto aspecto, el sistema está configurado de manera que la solución de extracción y la fracción pobre en agua se conducen en una disposición cíclica.

[0055] En una realización del sexto aspecto, el sistema comprende medios de bombeo configurados para conducir la solución de extracción y la fracción pobre en agua a la disposición cíclica.

[0056] En una realización del sexto aspecto, el sistema comprende un circuito cerrado para: (i) Una solución de extracción de la parte de retención de la solución de extracción del

aparato de ósmosis directa se conduce a la parte de retención de la fracción pobre en agua del aparato de eliminación de agua, y (ii) una parte que retiene la fracción pobre en agua del aparato de eliminación de agua se conduce a la parte que retiene la solución de extracción del aparato de ósmosis directa.

[0057] En una realización del sexto aspecto, el aparato de eliminación de agua es un aparato de ósmosis inversa, o un aparato de nanofiltración, o un aparato de ultrafiltración, o un aparato de condensación, o un aparato de destilación por membrana.

[0058] En una realización del sexto aspecto, el sistema comprende un aparato de eliminación de solutos en comunicación fluida con la parte que contiene la fracción pobre en agua del aparato de eliminación de agua.

[0059] En una realización del sexto aspecto, el aparato de eliminación de solutos opera sobre la base de la adsorción de solutos.

[0060] En una realización del sexto aspecto, el aparato de eliminación de solutos comprende un carbón activado o una zeolita.

[0061] En un séptimo aspecto, la invención comprende un método para concentrar jugo o bagazo, el método incluye los pasos de:

- (a) Proporcionar un jugo para la concentración,
- (b) someter el jugo a un paso de ósmosis adicional para eliminar el agua del jugo y proporcionar jugo concentrado,
- (c) someter el jugo concentrado a un proceso de evaporación para eliminar aún más agua.

[0062] Preferiblemente, el proceso de evaporación incluye evaporadores únicos o múltiples en serie.

[0063] En un aspecto adicional de la invención se propone un sistema para producir jugo concentrado que comprende:

Un aparato de ósmosis frontal para eliminar un porcentaje de agua del jugo y producir jugo concentrado y al menos un aparato de evaporación adaptado para recibir el jugo concentrado y así eliminar más agua del jugo concentrado.

[0064] Preferiblemente, el jugo es jugo de caña de azúcar o jugo de remolacha azucarera

o bagazo destilado.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0065] La figura 1 es un diagrama del proceso de producción de alcohol por fermentación.

[0066] La figura 2 es un diagrama de la ósmosis directa y la recuperación de la solución de extracción según una realización preferida de la presente invención.

[0067] La figura 3 es un diagrama de flujo del procesamiento de los fondos de destilación gastados después de la eliminación del alcohol por destilación.

[0068] La Figura 4 es un gráfico que muestra la comparación del costo del ciclo de vida del uso del evaporador o la tecnología de ósmosis directa por 1000 L de agua producida.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION INCLUYENDO REALIZACIONES PREFERIDAS

[0069] Después de considerar esta descripción, resultará evidente para un experto en la técnica cómo se implementa la invención en diversas realizaciones y aplicaciones alternativas. Sin embargo, aunque en el presente documento varias realizaciones de la presente invención serán descritas, se entiende que estas realizaciones se presentan únicamente a modo de ejemplo, y no de limitación. Como tal, esta descripción detallada de varias realizaciones alternativas no se debe interpretar como una limitación del alcance o la amplitud de la presente invención. Además, las declaraciones de ventajas u otros aspectos se aplican a realizaciones ejemplares específicas y no necesariamente a todas las realizaciones cubiertas por las reivindicaciones.

[0070] A menos que se exprese la intención contraria, las características presentadas como formas preferidas o alternativas de la invención pueden estar presentes en cualquiera de las invenciones descritas como solas o en cualquier combinación entre sí.

[0071] A lo largo de la descripción y las reivindicaciones de esta especificación, la palabra "comprender" y las variaciones de la palabra, tales como "que comprenden" y "comprende" no pretenden excluir otros aditivos, componentes, números enteros o etapas.

[0072] No se representa que ninguna realización de la presente invención tenga todas las ventajas descritas en el presente documento. Algunas realizaciones pueden no proporcionar ninguna ventaja y representar solo una alternativa útil a la técnica anterior.

[0073] Una realización de la presente invención proporciona un método para recuperar agua potable y nutrientes sólidos de los fondos restantes o del lavado gastado que se han

destilado para eliminar el alcohol (granos gastados) después de una fermentación de azúcar. La presente invención es aplicable a plantas de destilación de alcohol que utilizan azúcares fermentables derivados de las plantas, materiales basados en celulosa y biomasa celulósica como sustrato para la fermentación microbiana para producir alcohol.

[0074] El método puede proporcionar agua potable regenerada que sea adecuada para su reutilización en nuevos fermentos, o para ser utilizada como agua de operaciones de fábrica o incluso agua potable. Los sólidos altamente nutritivos que quedan después de la eliminación del agua mediante este proceso, se pueden utilizar como fertilizantes líquidos o se pueden deshidratar más, mediante secadores industriales o mediante el calor natural o el clima, para producir alimentos para animales o fertilizantes agrícolas.

[0075] Antes de secar completamente los fondos de destilación, existe la opción de realizar una fermentación adicional para producir gas metano para uso de combustible, antes de usar los residuos como sólidos licuados como fertilizante para uso agrícola.

[0076] La presente invención prevé el uso de ósmosis directa en la deshidratación de fondos de destilación, para producir agua potable y una fracción rica en sólidos húmedos. La solución de extracción de ósmosis directa (FO) se puede seleccionar de una serie de opciones potenciales como, y sin limitarse a: cloruro de sodio (NaCl), cloruro de magnesio (Mg Cl₂), pequeñas sales inorgánicas y termolíticas. La solución de extracción preferida es el cloruro de sodio. Estos solutos pueden usarse para comenzar la operación de RO, y pueden aumentarse a medida que continúa el procesamiento mediante la acumulación de solutos que ingresan al sistema a través del material de entrada y se retienen en la fracción pobre en agua de la etapa de eliminación de agua.

[0077] La etapa de ósmosis directa (FO) es un proceso osmótico que, como la ósmosis inversa, utiliza una membrana semipermeable para efectuar la separación del agua de los solutos disueltos. La fuerza impulsora para la separación de FO es un gradiente de presión osmótica creado utilizando una solución de “extracción” de alta concentración. Este gradiente osmótico se utiliza para inducir un flujo neto de agua a través de la membrana hacia la solución de extracción, separando de este modo con eficacia, el agua de alimentación de sus solutos.

[0078] El proceso esquemático de la Figura 2 muestra el líquido de alimentación (fondos destilados) pasando a través de la unidad FO. Una membrana de FO permite la interconexión entre la solución de alimentación y la solución de extracción. Esta figura también muestra el líquido de extracción que se regenera usando RO para eliminar el agua limpia como permeado.

[0079] El permeado de agua RO es agua limpia que puede contener sólo trazas de nutrientes o residuos. Esta agua es directamente apropiada para uso en nuevos fermentos, como agua de operaciones. Si se requiere permeado para consumo humano, se requiere contacto con carbón activado (como carbón activado granular, GAC (por sus siglas en inglés), o carbón en polvo; cualquiera de los casos puede ser biológicamente activado) para eliminar trazas de compuestos aromáticos y volátiles de bajo peso molecular que pueden pasar a través del punto límite del peso molecular de RO. Esta agua con un tratamiento posterior como la filtración para eliminar las trazas de carbón activado y la esterilización o desinfección, será apta para el consumo humano o potable. Puede utilizarse como fuente de agua embotellada.

[0080] Se prefiere usar jugo con bajo contenido de sólidos y clarificado con pectina procesado bajo una atmósfera de gas inerte al pH natural del jugo, y con poca exposición a la luz para reducir la oxidación y la descomposición nutricional. Es preferible que la esterilización se lleve a cabo mediante esterilización a alta presión, esterilización con rayos ultravioleta o el uso de Dimetil Dicarbonato (DMDC) u otros métodos que preservan la actividad de cualquier componente de nutrientes.

[0081] Puede usarse una zeolita como alternativa al carbón activado. Las zeolitas son aluminosilicatos, miembros de la familia de los sólidos microporosos, siendo los miembros más comunes analcima, chabasita, clinoptilolita, heulandita, natrolita, phillipsita o filipsita y estilbita. Tales zeolitas naturales o artificiales se pueden usar para capturar y eliminar moléculas, teniendo en cuenta que tienen un tamaño de poro mayor que el diámetro molecular de la molécula que será eliminado y, además, son adecuadamente hidrófobas o hidrófilas. Un ejemplo de fórmula mineral es: $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, la fórmula de la natrolita.

[0082] Otra etapa de pulido puede incluir el uso de Amberchrom CG-161 para procesar adicionalmente el permeado de filtración. La resina Amberchrom puede incorporarse con el propósito de reducir los niveles de azúcar residual. Las notas de aplicación detalladas para la resina Amberchrom CG-161 se pueden obtener de Rohn and Haas Company, Filadelfia, EE.UU. Las resinas funcionalmente equivalentes también se incluyen dentro del alcance de los presentes métodos. Amberchrom CG-161 se puede utilizar para eliminar el aroma y el azúcar y hacer que el agua sea más neutral en aroma y sabor.

[0083] El material de partida a base de plantas para los presentes métodos puede ser un jugo preparado mecánicamente o triturar una planta. Alternativamente, el material de partida puede ser un proceso intermedio de un proceso separado. Por ejemplo, la fracción líquida que

queda después de que los jugos de frutas, verduras o caña de azúcar se hayan concentrado, comercialmente se conoce como LSJ (*low sugar juice*, jugo bajo en azúcar). Los procesos que producen concentrado y, por lo tanto, LSJ son varios, incluidos la evaporación, la filtración (ósmosis inversa) y la concentración por congelación.

[0084] Se apreciará que, en muchas circunstancias, se requerirá algún tratamiento previo del material vegetal. De lo contrario, se produce un bloqueo. Por ejemplo, serán útiles procesos como la filtración de flujo cruzado o la ultrafiltración. Por consiguiente, en algunas realizaciones el método comprende la etapa de tratamiento previo.

[0085] Se apreciará que basándose en la presente divulgación, el experto en la técnica podría preparar bebidas a partir de una (o incluso una mezcla) de las siguientes plantas: frutas que incluyen naranja, manzana, tomate, uva, piña, mango, bayas; leche de coco; caña de azúcar y similares; verduras como zanahoria, apio, remolacha, calabaza, nabo y similares.

[0086] En un segundo aspecto, la presente invención proporciona además un producto de bebida derivado de plantas o un intermedio de proceso del mismo producido de acuerdo con un método descrito en este documento.

[0087] En una realización, el producto de los presentes métodos tiene una o más de las siguientes características:

- Componentes de aroma/olor de más #3A del olor y/o por encima del umbral de olor aceptable para el agua potable.
- Color visible o absorbancia superior a la suma de la absorbancia espectrofotométrica a 420 nm y 520 nm de agua de ósmosis inversa de laboratorio cuando se mide a través de una cubeta de cuarzo con una longitud de paso de 1 cm.
- Más de aproximadamente 0,1 Bx de azúcar o más de 0,005 Bx de azúcar; y/o menos que la cantidad de azúcar en un jugo sin tratar.
- Sabor perceptible y superior en comparación al del agua potable.
- Más de aproximadamente 50 ppm de sólidos disueltos totales (SDT).
- Más de aproximadamente 600 ppm de carbono orgánico total (COT); y
- Turbidez de más de aproximadamente 0,5, preferiblemente más de 0,5 NTU (Unidades de Turbidez Nefelométrica).

[0088] En una realización, el producto de los presentes métodos es muy similar al agua

pura y tiene una o más de las siguientes características:

- Componentes de aroma/olor de menos #3A del olor y/o por debajo del umbral de olor aceptable para el agua potable.
- Color visible o absorbancia superior a la suma de la absorbancia espectrofotométrica a 420 nm y 520 nm de agua de ósmosis inversa de laboratorio cuando se mide a través de una cubeta de cuarzo con una longitud de paso de 1 cm.
- Menos de aproximadamente 0,1 Bx de azúcar o menos de 0,005 Bx de azúcar; y/o menos que la cantidad de azúcar en un jugo sin tratar.
- Ningún sabor perceptible ni mayor en comparación al del agua potable.
- Menos de aproximadamente 50 ppm de sólidos disueltos totales (SDT).
- Menos de aproximadamente 600 ppm de carbono orgánico total (COT); y
- Turbidez menor de aproximadamente 0,5, preferiblemente menor de 0,5 NTU (Unidades de Turbidez Nefelométrica).

[0089] Preferiblemente, la bebida definida anteriormente se produce a partir de residuos de jugo con baja concentración de azúcar filtrado. El jugo con bajo contenido de azúcar se puede producir mediante evaporación, filtración o concentración por congelación. En una realización, el proceso usado para producir esta realización comprende las etapas de filtración entre aproximadamente > 100 y <180 Daltons para producir un agua libre de azúcar sustancialmente.

[0090] La solución de extracción que pasa a través de FO necesita ser regenerada y esto puede ocurrir mediante la eliminación del agua pura y dejando las sales. La eliminación de agua de la solución de extracción se puede lograr mediante ósmosis inversa, nanofiltración, destilación o por cualquier otro medio que permita que esto suceda.

[0091] Las ventajas de usar FO en lugar de RO es el hecho de que las membranas de FO no se ensucian tan fácilmente como las membranas de RO cuando están en contacto directo con los fondos de destilación, los cuales contienen niveles muy altos de material orgánico y sólidos en suspensión. Esto se debe al hecho de que las partículas son probablemente empujadas hacia los poros de las membranas de RO debido a la alta presión ejercida sobre el líquido durante la filtración.

[0092] En contraste, las membranas de FO son resistentes al ensuciamiento porque hay

mucha menos presión física sobre el líquido durante la filtración de FO y los sólidos en suspensión rara vez entran en los poros de la membrana. El lavado invertido con agua limpia a diario, a menudo limpia los poros de la membrana con más éxito que con RO. Por lo tanto, el uso de FO resultará en un flujo de agua constante de los fondos de destilación, lo que resultará en residuos de alimentos más secos. Residuos más secos, requerirán menos energía para deshidratarse por completo.

[0093] Las membranas de FO son funcionales dentro de un rango de temperatura de 1 a 95 °C y son altamente resistentes a altas concentraciones químicas y pH extremo. Las temperaturas de los fondos de destilación a menudo apuntan a alcanzar alrededor de 80 °C durante la destilación de etanol debido al punto de ebullición más bajo del etanol en relación con el agua.

[0094] La energía térmica de los fondos de destilación se puede recolectar de la solución de extracción después de la filtración de FO y antes de la regeneración de la solución de extracción. La energía para reducir la temperatura de alrededor de 80 °C a 25 °C, se puede recolectar usando intercambiadores de calor como el tipo tubo en tubo u otros tipos. Esto elimina los requisitos de costosas membranas de RO resistentes al calor. El calor recolectado se puede utilizar cuando sea necesario para compensar el costo de funcionamiento del sistema de FO y RO.

[0095] A diferencia de la RO que requiere que los fondos de destilación sin procesar sean decantados, ultrafiltrados y nanofiltrados como tratamiento previo para evitar el ensuciamiento de la membrana; la membrana de FO solo requiere una malla gruesa o un filtro de arena para funcionar bajo estas altas condiciones de ensuciamiento.

[0096] El uso de destilación por membrana como evaporación, usando un evaporador como el multiefecto u otro tipo es adecuado para regenerar la solución de extracción requerida para la FO.

[0097] La destilación por membrana es un programa de separación impulsado térmicamente en el que se permite la separación debido al cambio de fase. Una membrana hidrofóbica muestra una barrera para la fase líquida, permitiendo que la fase de vapor pase a través de los poros de la membrana. La fuerza impulsora del proceso viene dada por una diferencia de presión de vapor parcial comúnmente provocada por una diferencia de temperatura.

[0098] A conocimiento del solicitante, la técnica anterior no enseña la aplicación de esta

tecnología de FO que enseña la recuperación de agua de los fondos de destilación gastados después de la destilación de alcohol. El uso de FO reemplaza los tratamientos previos complejos existentes necesarios para procesar los fondos de destilación por RO para la recuperación de agua potable. La fracción restante de fondos destilados o granos gastados después de la deshidratación por FO y RO combinados, contiene al menos y más del 50 % de sólidos totales, lo que resulta en una mayor recuperación de agua y una fracción de desecho que requiere menos energía para deshidratarse aún más, si es necesario para producir fertilizante sólido.

[0099] Esta fracción de desecho en estado líquido se puede utilizar como fertilizante líquido o sustrato para la fermentación del metano. El fertilizante líquido o sólido se puede combinar con otros ingredientes o microbios funcionales de cualquier tipo, como bacterias fijadoras de nitrógeno. Estos microbios pueden incluso ser microencapsulados para preservar la actividad microbiana dentro del fertilizante. Los microbios, como el ejemplo dado, convertirán el nitrógeno atmosférico en nitrógeno utilizable por las plantas. La optimización de dichos fertilizantes con nutrientes conocidos también es el alcance de esta invención.

[00100] Tales fertilizantes tendrán como objetivo aumentar la fertilidad del suelo con los nutrientes que se encuentran en los fondos de destilación. La fortificación adicional con microorganismos junto con los sólidos de los fondos destilados, permitirá la propagación de microorganismos en los suelos sobre los que se esparce o se riega.

[00101] La presente invención proporciona un proceso simplificado para utilizar los fondos restantes que se han destilado para eliminar el alcohol (fondos gastados). El proceso da como resultado agua potable recuperada que sea adecuada para su uso en nuevos fermentos, o como agua de operaciones de fábrica. Los sólidos que quedan después de este proceso pueden usarse como materia prima líquida o fertilizante líquido o, ser deshidratados por secadores industriales para producir alimentos secos para animales o fertilizantes agrícolas.

[00102] El agua y el fertilizante o el producto alimenticio para animales producido a partir del procesamiento de fondos gastados con la tecnología descrita en esta invención, pueden reducir la cantidad de agua de operaciones de origen externo y proporcionar a la fábrica un producto fertilizante comercial adicional.

[00103] La tecnología reduce los requisitos de decantación y evaporación de alta energía y, en conjunto, reduce enormemente el consumo de energía. El calor recuperado de los fondos de destilación reduce aún más el costo de las operaciones y, si es necesario, los residuos sólidos

húmedos pueden fermentarse más para producir combustible de metano antes de secarse para hacer fertilizantes agrícolas.

[00104] Las ventajas de utilizar ósmosis directa (FO) de bajo ensuciamiento antes de la filtración por RO, es mantener un alto flujo de deshidratación y eliminar tratamientos previos adicionales como decantación, UF y NF, todos los cuales son procesos costosos y complejos y agregan al costo de producción.

[00105] Los sólidos totales que se pueden conseguir en los fondos de destilación después del tratamiento previo de FO a RO o NF es al menos del 50 % y más.

[00106] La presente invención proporciona en alguna realización una bebida apta para el consumo humano. Se propone que sin el tratamiento adicional de GAC propuesto en este documento para eliminar los residuos orgánicos sobrantes, el agua no será agradable al paladar ni tendrá un sabor apropiado para el consumo humano. Además, el agua se contaminará química y microbiológicamente y no se puede almacenar si no se trata con GAC bajo condiciones de almacenamiento de agua.

[00107] La presente invención puede utilizar una RO o un NF como paso de eliminación de agua. La glucosa y la fructosa se pueden concentrar eliminando la mayor parte del agua, los minerales, el ácido ascórbico y los compuestos aromáticos y de sabor volátiles mediante una filtración adicional a través de RO. Dado que el peso molecular de corte (MWCO por sus siglas en inglés) de las membranas de NF y RO a menudo se superponen, se puede usar cualquiera de las membranas para esta etapa. El MWCO podría ser de cualquier tamaño, pero preferiblemente es menor que el de la glucosa y la fructosa (MW de aproximadamente 180 Daltons), para evitar que estos azúcares entren en el permeado. Se hace referencia a “*The Filtration Spectrum*”, Osmonics, Inc., Minnetonka, MN, copyright 1990, 1984.

[00108] El permeado, aunque generalmente puro, contiene aromáticos de bajo peso molecular del jugo de origen, y le da al agua un aroma y sabor que hace que difiera de la experiencia de beber agua pura. Además, sin tratamiento, la carga orgánica de menos de 100 Dalton mantendrá el crecimiento microbiano y la descomposición del agua si se almacena en condiciones de uso para almacenar agua potable. No se ha enseñado el uso de GAC en relación con el permeado eliminado de los jugos, mediante filtración FO/RO/NF.

[00109] Es el propósito de esta invención enseñar un proceso de operaciones de producción de agua y agua potable a partir de vegetales, frutas o caña de azúcar. El proceso implica en primer lugar la producción de jugo. Luego, el jugo se concentra mediante cualquier proceso,

como el uso de evaporadores o parte de un evaporador (multiefecto), para eliminar la humedad del jugo. Esta humedad se recupera como condensado y luego se procesa mediante ósmosis directa (FO), ósmosis inversa (RO) o NF y finalmente GAC. El agua resultante está limpia de olor, sabor y es apta para el consumo humano (potable) y se puede utilizar como agua de operaciones o embotellarse o envasarse para la venta o uso humano.

[00110] La presente invención se distingue del documento de la técnica anterior en el que Bento et al enseñan el uso de una fracción de vinaza fina en lugar de colas de destilación sin procesar para la producción de agua. Por lo tanto, este proceso requiere un pre-tratamiento previo de los fondos destilados para eliminar la mayoría de los sólidos mediante filtración o decantación, centrifugación o gravedad.

[00111] Bento et al enseña el uso de una pluralidad de membranas para recuperar ácido láctico y glicerol del maíz usando la vinaza fina de colas de destilación. Esta invención también enseña la producción de agua mediante filtración presurizada, que no contiene minerales y es adecuada para su uso en calderas y en fermentaciones de etanol. Esta patente no enseña el uso de esta agua para consumo humano. En esta patente, se nos enseña que el tratamiento previo de los fondos de destilación es esencial para evitar el ensuciamiento de la membrana de RO presurizada utilizada. El tratamiento previo de los fondos de destilación sin procesar antes de la filtración por RO incluye decantación, UF y NF en serie. La FO no se considera en la sustitución de estos tratamientos previos antes de la RO como un medio para prevenir los taponamientos.

[00112] Kambouris no enseña a eliminar este primer efecto más contaminado antes de tratar el condensado mediante filtración por RO o tratarlo por separado para evitar el taponamiento por RO.

[00113] Un alcance de la presente invención es enseñar el uso de la FO como tratamiento previo para la RO o NF, o la destilación por membrana u otra destilación, que luego es seguida por el GAC. Esta modificación a las enseñanzas de Kambouris, permite con eficacia que el primer efecto del evaporador sea tratado por separado o alternativamente, combinado con los efectos limpiadores del mismo evaporador, manteniendo bajo el riesgo de ensuciar la membrana de RO o NF. El tratamiento del primer efecto sin descartarlo permite la recuperación de una cantidad adicional sustancial de agua sin causar ensuciamiento.

[00114] Aunque Peyton discute la derivación de un agua a partir de los fondos de destilación, no hay descripción alguna sobre el uso de FO y mucho menos en el contexto de la

prevención de la contaminación de otras membranas o la concentración adicional de fondos de destilación o para la producción de una bebida.

[00115] La presente invención en algunas realizaciones puede ser considerada para proporcionar un sinergismo en el sentido de que la combinación de la etapa de eliminación de agua y la FO en combinación proporciona un resultado inesperado que es más que los efectos aditivos de cada componente por separado. Por ejemplo, la combinación proporciona los beneficios de: (i) Un medio para concentrar un fondo de destilación o un concentrado de bebida o un permeado de bebida (como jugo con bajo contenido de azúcar); (ii) un medio para mejorar la eliminación del agua de los fondos de destilación para proporcionar un residuo más seco; (iii) medios para proporcionar tanto una bebida potable como un fertilizante desde un fondo destilado, y (iv) medios para reducir el ensuciamiento de las membranas, como las membranas de RO, disminuyendo así la necesidad de regeneración o sustitución.

[00116] Un alcance adicional de la presente invención es para un proceso y aparato para la concentración de jugos, en particular, jugo de azúcar o jugo de remolacha azucarera o bagazo (fermentos sin alcohol) usando ósmosis directa como etapa de concentración previa al evaporador. La etapa de ósmosis directa (FO) es un proceso osmótico que, como la ósmosis inversa, utiliza una membrana semipermeable para efectuar la separación del agua de los solutos disueltos. La fuerza impulsora para la separación de FO es un gradiente de presión osmótica creado utilizando una solución de “extracción” de alta concentración. Este gradiente osmótico se utiliza para inducir un flujo neto de agua a través de la membrana hacia la solución de extracción, separando de este modo con eficacia, el agua de alimentación de sus solutos.

[00117] La tecnología de FO no se ha utilizado en serie con un evaporador, especialmente en la industria de concentración de azúcar y remolacha azucarera y de bagazo. También se puede utilizar en el procesamiento de leche y suero.

[00118] La etapa de concentración de FO propuesta, puede concentrar los jugos desde su grado Brix adquirido fisiológicamente en la madurez hasta un Brix final de 40 o 50. Este proceso de concentración de FO por sí solo no es útil para el procesamiento de jugo de azúcar o jugo de remolacha, que tiene como objetivo producir azúcar cristalino crudo o melaza y requiere mucha menos agua en el concentrado para su procesamiento posterior y hacer que el proceso de cristalización sea económicamente alcanzable. Sin embargo, los evaporadores de efectos múltiples, por sí solos, pueden concentrar dichos jugos a niveles de Brix superiores a los deseables; es decir de 70 a 85 °Brix.

[00119] La ventaja de la concentración de FO incluye el menor costo del equipo y los costos de funcionamiento durante la operación. Estos costos se han comparado en la documentación siendo en el orden 9 veces más baratos que un evaporador (Figura 4). Por lo tanto, es ambientalmente sostenible y económico incluir una etapa de preconcentración que logrará una concentración inicial de los jugos o del bagazo, a un bajo costo operativo antes del uso de un evaporador o un evaporador multiefecto que luego aumentará el proceso de concentración para lograr los 70 a 85 °Brix deseados.

[00120] Hay varias ventajas en el uso de la tecnología de FO antes del uso del evaporador en serie con un evaporador. Estas incluyen:

- (a) El evaporador tiene menos volumen para evaporarse y podría reducirse.
- (b) El número de efectos puede reducirse ya que se requiere menos superficie.
- (c) El flujo a través de los evaporadores existentes se puede aumentar debido a menores requisitos de eliminación de agua.
- (d) Requisitos de reducción de energía, vapor, gas y agua durante el procesamiento de líquidos de volumen fijo.

[00121] El evaporador es un equipo que se utiliza para convertir una sustancia líquida, como el agua, en su forma gaseosa. El agua líquida se evapora o vaporiza en forma de gas en ese proceso. El agua vaporizada se condensa y se vuelve a recoger como líquido de nuevo.

[00122] Brevemente, los evaporadores se alimentan con una solución que requiere concentración a través de una fuente de calor, convirtiendo el agua en la alimentación en vapor. El vapor se elimina del resto de la solución y se condensa mientras la solución ahora concentrada se introduce a un segundo evaporador o se elimina.

[00123] Un evaporador puede constar de cuatro secciones. Estos son: En primer lugar, el medio de calentamiento, que a menudo es vapor que pasa a través de tubos, placas o bobinas conductores paralelos. En segundo lugar, una sección de concentración y separación que elimina el vapor que se produce a partir de la solución de alimentación. En tercer lugar, un condensador que condensa el vapor separado. Finalmente, un sistema de vacío o bomba para aumentar la circulación y reducir la presión dentro del evaporador y reducir el punto de ebullición del agua.

[00124] Se utilizan muchos tipos diferentes de evaporadores. Estos incluyen: Evaporadores de circulación natural/forzada, evaporadores de película descendente, evaporadores de película

ascendente (vertical de tubo largo), evaporadores de placa de película descendente y escalada, evaporadores de efectos múltiples y evaporadores de película delgada agitados y otros no mencionados.

[00125] El tipo de evaporador más comúnmente utilizado en la concentración de jugo de caña de azúcar, concentración de jugo de remolacha azucarera y concentración de los granos gastados por destilación de alcohol, son los evaporadores de efectos múltiples.

[00126] Estos evaporadores de efectos múltiples, a diferencia de los evaporadores de una sola etapa, pueden estar formados por hasta siete etapas o efectos de evaporador. La razón para usar efectos múltiples durante la evaporación es que el consumo de energía para los evaporadores de efecto único es muy alto y representa la mayor parte del costo de un sistema de evaporación.

[00127] La combinación de efectos múltiples ahorra calor y energía. De hecho, un evaporador de doble efecto puede reducir el consumo de energía de un solo evaporador en un 50 %. Agregando a esto otro efecto se puede reducir el consumo de energía al 33 % y así sucesivamente hasta que siete efectos estén en paralelo y no se puedan obtener más ahorros debido al costo real de cada efecto. El ahorro de energía se puede calcular.

[00128] La alimentación de líquido a los evaporadores de efecto múltiple puede ser mediante el método de alimentación directa o inversa.

[00129] El método de alimentación directa significa que el líquido de alimentación ingresa al sistema a través del primer efecto el cual está a la temperatura más alta. Este líquido de alimentación se concentra luego parcialmente a medida que se elimina algo de agua antes de introducirse en el segundo efecto de temperatura más baja y así sucesivamente. El segundo efecto es calentado por el vapor eliminado del primer efecto (de ahí el ahorro en el gasto energético). Esto continúa a lo largo de los efectos en serie y la combinación de temperaturas más bajas y viscosidades más altas en los efectos posteriores proporciona un aumento en la superficie de calentamiento.

[00130] En cambio, en la alimentación inversa, el último efecto tiene la temperatura más baja y se alimenta el líquido que se está concentrando y el líquido se mueve mientras aumenta la temperatura en estos efectos. El concentrado final se recoge en el efecto más caliente, lo que proporciona la ventaja de que el producto es muy viscoso en las últimas etapas, por lo que la transferencia de calor es mejor.

[00131] El proceso esquemático de la Figura 2 muestra el líquido de alimentación (fondos

destilados) pasando a través de la unidad FO. Una membrana de FO permite la interconexión entre la solución de alimentación y la solución de extracción.

[00132] La solución de extracción que pasa a través de FO necesita ser regenerada y esto puede ocurrir mediante la eliminación del agua pura y dejando las sales. La eliminación de agua de la solución de extracción se puede lograr mediante ósmosis inversa, nanofiltración, destilación por membrana o por cualquier otro medio que permita que esto suceda.

[00133] Las ventajas de usar FO en lugar de RO es el hecho de que las membranas de FO no se ensucian tan fácilmente como las membranas de RO cuando están en contacto directo con los granos gastados o el jugo, los cuales contienen niveles muy altos de material orgánico y sólidos en suspensión. Esto se debe a que las partículas son probablemente empujadas hacia los poros de las membranas de RO debido a la alta presión ejercida sobre el líquido durante la filtración.

[00134] En contraste, las membranas de FO son resistentes al ensuciamiento porque hay mucha menos presión física sobre el líquido durante la filtración de FO y los sólidos en suspensión rara vez entran en los poros de la membrana. El lavado invertido con agua limpia a diario, a menudo limpia los poros de la membrana con más éxito que con RO. Por lo tanto, el uso de FO dará como resultado un flujo de agua constante del bagazo o el jugo, lo que hará que una solución más seca ingrese al evaporador. Las soluciones más secas, requerirán menos energía para deshidratarse por completo.

[00135] Las membranas de FO son funcionales dentro de un rango de temperatura de 1 a 95 °C y son altamente resistentes a altas concentraciones químicas y pH extremo. Las temperaturas de los granos gastados a menudo apuntan a alcanzar alrededor de 80 °C durante la destilación de etanol debido al punto de ebullición más bajo del etanol en relación con el agua.

[00136] La energía térmica del bagazo se puede recolectar y agregar a la solución de extracción después de la filtración de FO y antes de la regeneración de la solución de extracción cuando se usa destilación por membrana. La energía para reducir la temperatura de alrededor de 80 °C a 25 °C, se puede recolectar usando intercambiadores de calor como el tipo tubo en tubo u otros tipos. Esto elimina los requisitos de costosas membranas de RO o NF resistentes al calor, si son requeridas. El calor recolectado se puede utilizar cuando sea necesario para compensar el costo de funcionamiento del sistema de FO y RO. Alternativamente, el calor recolectado de los condensados del evaporador se puede usar para calentar la solución de

extracción antes, si la destilación por membrana es el proceso de regeneración de la solución de extracción preferido.

[00137] La destilación por membrana es un programa de separación impulsado térmicamente en el que se permite la separación debido al cambio de fase. Una membrana hidrofóbica muestra una barrera para la fase líquida, permitiendo que la fase de vapor pase a través de los poros de la membrana. La fuerza impulsora del proceso viene dada por una diferencia de presión de vapor parcial comúnmente provocada por una diferencia de temperatura.

[00138] A diferencia de la RO que requiere que los granos gastados sean decantados, ultrafiltrados y nanofiltrados como tratamiento previo para evitar el ensuciamiento de la membrana; la membrana de FO solo requiere una malla gruesa o un filtro de arena para funcionar bajo estas altas condiciones de ensuciamiento.

[00139] La invención puede describirse como una nueva opción distinta de agregar efectos a un evaporador único existente o un evaporador de efectos múltiples que ya tiene el máximo número de efectos o eficiencia y es costoso en el uso de energía.

[00140] Agregar FO en serie antes de los evaporadores existentes para preconcentrar, reduce los costos generales de procesamiento y los costos de capital de expansión de los evaporadores. Esto lleva a una reducción en el uso de energía, vapor, agua y calefacción para concentrar un volumen dado de jugo o solución líquida.

[00141] La invención requiere el uso de tecnología de filtración por ósmosis directa para pre-concentrar o deshidratar el jugo a un nivel medio de concentración, antes de concentrar el jugo al nivel final deseado usando un evaporador.

[00142] El jugo de caña de azúcar extraído comercialmente de la caña de azúcar en la madurez después de la adición de productos químicos y clarificado tiene alrededor de 13 °Brix. Dentro del evaporador, el jugo se recircula hasta que el Brix final que sale del evaporador aumenta entre 70 y 75 °Brix.

[00143] Se llevó a cabo un proceso de concentración de jugo de azúcar. La cantidad de jugo de caña de azúcar procesado por evaporación fue de 325 toneladas por hora a través de un evaporador multiefecto. El jugo contenía 87 % de agua y por cada 5,18 toneladas de agua extraídas del jugo a través del evaporador, se consumía 1 tonelada de vapor.

[00144] El uso de FO para reducir el contenido de agua del jugo de azúcar en solo un 26 %

en un molino de caña que tritura 7000 toneladas de caña de azúcar por día, ahorró el uso de 400 toneladas de vapor por día por un evaporador de 5 efectos y aproximadamente 175 toneladas/bagazo de día.

[00145] Los materiales vegetales se utilizan a escala industrial para producir una amplia gama de productos que incluyen alcohol. Un material derivado de las plantas que contiene azúcar se incuba con levadura, y la levadura convierte metabólicamente el azúcar en alcohol. Un uso común de la fermentación es por las destilerías que utilizan azúcares vegetales como la melaza para producir alcohol. Primero, la melaza se diluye agregando agua para ajustar el total de sólidos disueltos a aproximadamente 7-8 % antes de agregar la levadura, el nitrógeno y otros nutrientes necesarios para que comience la fermentación. Al final de este fermento, cuando la glucosa se convierte en alcohol etílico y en dióxido de carbono, la solución se denomina como una solución de cerveza. El CO₂ se recolecta durante su producción y el alcohol se extrae a través de una columna de destilación. La representación esquemática del proceso se puede ver en la Figura 2.

[00146] Al igual que con la concentración de jugo de azúcar y jugo de remolacha azucarera, el objetivo de concentrar los granos gastados es reducir la cantidad de agua en el bagazo, efluente tanto como sea posible y lo más barato posible. El agua extraída por el evaporador o la unidad FO de los granos gastados, debe ser de la calidad necesaria para las operaciones o incluso para el agua potable. Otros ya han descrito esta fuente de agua para uso en operaciones y agua potable apta para beber y calderas y solventes y torres de enfriamiento.

[00147] Es muy posible que se realicen otras ventajas y mejoras a la presente invención sin desviarse de su alcance. Aunque la invención ha sido mostrada y descrita en lo que se concibe como la realización más práctica y preferida, se reconoce que se pueden hacer desviaciones de la misma dentro del alcance de la invención, las cuales no se limitan a los detalles aquí descritos; sino que es para que se le conceda el alcance completo de las reivindicaciones para abarcar todos y cada uno de los dispositivos y aparatos equivalentes. Cualquier discusión sobre la técnica anterior a lo largo de las especificaciones no debe considerarse en modo alguno como una admisión de que dicha técnica anterior es ampliamente conocida o forma parte del conocimiento general común en este campo.

REIVINDICACIONES

1. Un método para preparar un producto derivado de una planta o un intermedio de proceso o un insumo de proceso, el método comprende las etapas de:

Proporcionar un material de partida derivado de plantas,

someter el material de partida a un paso de ósmosis hacia adelante contra una solución de extracción para producir un concentrado de material vegetal, y

someter la solución de extracción a un paso de eliminación de agua.

2. El método de la reivindicación 1, donde la etapa de eliminación de agua está configurada para proporcionar una fracción rica en agua y una fracción pobre en agua.

3. El método de la reivindicación 2, que comprende la etapa de utilizar la fracción pobre en agua como la solución de extracción de la etapa de ósmosis directa, o un componente de la solución de extracción de la etapa de ósmosis directa.

4. El método de la reivindicación 3, donde la etapa de ósmosis directa se lleva a cabo al mismo tiempo que la etapa de eliminación de agua, y la fracción pobre en agua se conduce a la solución de extracción de la etapa de ósmosis directa.

5. El método de la reivindicación 4, que comprende el paso de conducir de forma continua o semicontinua la solución de extracción del paso de ósmosis directa al paso de eliminación de agua, y conducir de forma continua o semicontinua la fracción pobre en agua de la etapa de eliminación de agua a la solución de extracción de la etapa de ósmosis directa en una disposición cíclica.

6. El método de la reivindicación 5, donde la disposición cíclica está sustancialmente cerrada.

7. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde la etapa de eliminación de agua es una etapa de ósmosis inversa, o de nanofiltración, o de ultrafiltración, o de condensación, o de destilación por membrana.

8. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, que comprende la etapa de recoger el concentrado del material vegetal de la etapa de ósmosis directa y, opcionalmente, someter el concentrado a una o más etapas de proceso adicionales.

9. El método de la reivindicación 8, donde el concentrado de material vegetal recolectado de la etapa de ósmosis directa se procesa adicionalmente para formar un producto fertilizante.

10. El método de la reivindicación 9, donde la etapa de procesamiento adicional comprende uno o más métodos de: secar, moler, peletizar, mezclar con un excipiente botánico aceptable y mezclar con una especie de microbios funcional.
11. El método de la reivindicación 8, donde el concentrado de material vegetal recolectado de la etapa de ósmosis directa se procesa adicionalmente para formar un producto alimenticio para animales.
12. El método de la reivindicación 11, donde la etapa de procesamiento adicional comprende uno o más métodos de: secar, moler, peletizar y mezclar con un excipiente nutricionalmente aceptable.
13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende la etapa de recoger la fracción rica en agua de la etapa de eliminación de agua y, opcionalmente, someter el concentrado a una o más etapas de proceso adicionales.
14. El método de la reivindicación 13, donde la fracción rica en agua recogida de la etapa de eliminación de agua se utiliza como agua de proceso en el método, o en un segundo método.
15. El método de la reivindicación 13, donde la fracción rica en agua recogida de la etapa de eliminación de agua se procesa adicionalmente para formar un producto de bebida.
16. El método de cualquier reivindicación 15, donde la etapa de procesamiento adicional comprende una o más etapas de eliminación de solutos, una etapa de eliminación de microbios, una etapa microbicida (mezcla con un agente suplementario) y finalmente una etapa de embotellado.
17. Un sistema para preparar un producto derivado de una planta o un producto intermedio de proceso o una entrada de proceso; el sistema comprende un aparato de ósmosis directa que contiene una parte de retención de la solución de extracción y un aparato de eliminación de agua que comprende una porción que contiene la fracción pobre en agua, donde la parte que retiene la solución de extracción está en comunicación fluida con la parte que contiene la fracción pobre en agua.
18. El sistema de la reivindicación 17, configurado de tal manera que: (i) Una solución de extracción de la parte de retención de la solución de extracción del aparato de ósmosis directa se conduce a la parte de retención de la fracción pobre en agua del aparato de eliminación de

agua, y (ii) una parte que retiene la fracción pobre en agua del aparato de eliminación de agua se conduce a la parte que retiene la solución de extracción del aparato de ósmosis directa.

19. Un método para concentrar jugo o bagazo, el método incluye los pasos de:

(a) Proporcionar un jugo para la concentración,

(b) someter el jugo a un paso de ósmosis adicional para eliminar el agua del jugo y proporcionar jugo concentrado,

(c) someter el jugo concentrado a un proceso de evaporación para eliminar aún más agua.

20. El método de la reivindicación 19, donde el proceso de evaporación incluye uno o varios evaporadores en serie.

21. Un sistema para producir jugo concentrado que comprende:

Un aparato de ósmosis frontal para eliminar un porcentaje de agua del jugo y producir jugo concentrado

y
al menos un aparato de evaporación adaptado para recibir el jugo concentrado y así eliminar aún más agua del jugo concentrado.

22. El sistema de la reivindicación 21, donde el jugo es jugo de caña de azúcar o jugo de remolacha azucarera o bagazo destilado.

ABSTRACT

Un método para preparar un producto derivado de una planta o un intermedio del proceso o un insumo del proceso, comprendiendo el método las etapas de: Proporcionar un material de partida derivado de una planta, someter el material de partida a una etapa de ósmosis directa contra una solución de extracción para producir un concentrado de material vegetal, y someter la solución de extracción a una etapa de eliminación de agua. La etapa de eliminación de agua puede incluir ósmosis directa adicional en combinación con un sistema de evaporación.