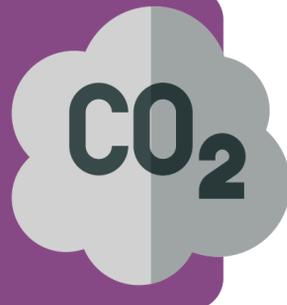


“Equipo y método de extracción de compuestos naturales bioactivos en CO₂ a condiciones supercríticas”

MX/a/2020/009047



Mérito técnico

La importancia y lo novedoso de este equipo experimental es que se cuenta con una celda con paredes ópticas que permiten la visualización para estados de dos fases, lo que hace de este equipo una versión singular a lo reportado en la literatura, además de contar con una bomba manual que le permite operar a distintos regímenes de carga.

Viabilidad industrial

Estas tecnologías ya están implementadas a nivel industrial; el fácil acceso al CO₂ y a las condiciones de altas presiones están completamente desarrolladas en productos, principios farmacológicos y cosméticos. Las aplicaciones desarrolladas y comercializadas que incorporan la tecnología de extracción de fluidos supercríticos, incluyen: la producción de ingredientes activos a partir de plantas, la extracción y separación de grasas y aceites comestibles, la separación de tocoferoles y otros antioxidantes, la remoción de pesticidas y herbicidas de medicamentos, y productos alimenticios a base de hierbas.¹

Este desarrollo aporta los datos básicos para el diseño industrial y puede ser instalado y construido para fines de investigación y extracción de nuevos productos en laboratorios de nuevos desarrollos.



¹ <https://www.waters.com/webassets/cms/library/docs/720003629en.pdf>

Estado de la tecnología

Dado que el equipo experimental ha sido probado con éxito en el entorno operativo para el que fue concebido (laboratorio), se considera que la invención tiene un grado de desarrollo (*Technology Readiness Level*) de 7 (siete) según la escala publicada en: <https://vinculacion.unam.mx/images/convocatorias/convocatoria-profopi-trl-madurez.pdf>

Los avances que se tienen de esta invención son:

1. **Diseño del equipo experimental.** En este apartado se presenta la configuración del equipo en donde se realizarán las extracciones, con un diseño simple y práctico de utilizar
2. **Metodología.** (Procedimiento técnico y mecánico del procedimiento experimental).
3. **Condiciones de operación.** (Presión, temperatura, flujos, técnicas analíticas).
4. **Materia prima tratada y caracterizada.** (Previo al tratamiento de la materia prima se procede al deshidratado, molienda y tamizado de la especie).
5. **Pruebas de extracciones de los compuestos bioactivos de origen natural.** (Se tienen experimentos con concentraciones de los extractos).

Potencial de la tecnología para generar valor

- Los equipos utilizados para la extracción de compuestos naturales con fluidos supercríticos que ya existen son de alto costo y complejos de utilizar, además el mantenimiento de los equipos eleva aún más el costo del proceso de extracción. Si se quiere emplear un equipo de línea la inversión inicial para el desarrollo de este proceso es elevada, aun para equipos en pequeña escala debido a la tecnología involucrada. El valor de un equipo, en algunas de las firmas americanas o europeas que se dedican a su fabricación se encuentran en un intervalo de los 80,000 a 200,000 dólares.
- Los tiempos de producción mediante esta tecnología de fluidos supercríticos son inferiores si los comparamos con otras técnicas de extracción, como los son la destilación o la aplicación de solventes orgánicos, ya que demanda un menor número de operaciones, principalmente por que no se dejan residuos en los extractos, evitando una posterior operación de separación y/o purificación.
- La aplicación de los solventes sustentables vistos desde la química verde son el CO₂ y el agua supercrítica. El CO₂ exhibe propiedades atractivas a condiciones críticas, ya que se comporta como un solvente potencial, no es tóxico ni inflamable y tiene bajo costo.
- El CO₂ no se retiene en el producto a diferencia de la extracción convencional por solventes, donde residuos en concentraciones en el orden de partes por millón (ppm) influyen en la calidad del producto; el CO₂ se elimina completamente por despresurización del sistema.



Ventajas en el mercado

Las condiciones del punto crítico y manejo industrial son conocidas desde el siglo pasado, en donde se informa con detalle las metodologías experimentales y reportan resultados de alta calidad en términos del conocimiento de diagramas presión, volumen y temperatura (PVT). A la fecha el uso de estas tecnologías es muy variada dado al avance en el uso de materiales destinados a altas presiones y temperaturas. Es una tecnología consolidada desde el punto de vista mecánico y abierta desde el punto de vista de terceros componentes que pueden modificar las condiciones críticas y de aquí la ventaja de contar con una celda óptica.

Los extractos obtenidos por tecnologías de fluidos supercríticos para utilizarse en la industria farmacéutica, textil, cosmética y alimentaria, presentan ventajas ante extractos obtenidos por métodos tradicionales, debido a que el producto resultante se encuentra libre de residuos orgánicos, además, el solvente supercrítico como el CO₂ se elimina por despresurización. Entonces la tecnología por fluidos supercríticos hace a este proceso sustentable y favorece a la salud de los consumidores.

Las condiciones de operación del CO₂ son accesibles y fáciles de alcanzar, su temperatura crítica es de 30.97 ° C y su presión crítica es de 7.374 MPa.

Debido a que el equipo experimental cuenta con una celda visible y está basado en el método dinámico-analítico, las ventajas y diferencias que ofrece la invención en comparación con lo reportado en trabajos previos se enlistan a continuación.

1. Las transiciones de fases se detectan mediante observación visual, la aparición o desaparición de meniscos o turbidez de las fases.
2. Permite observar procesos difusivos.
3. Se obtiene información sobre las composiciones de las fases coexistentes.
4. Este método se utiliza para los sistemas con más de dos componentes y son aplicables cuando las fases coexistentes dependan de la composición.
5. El tiempo de equilibrio puede ser extendido, para asegurar una mayor solubilidad del efuente dentro del sistema.
6. El volumen de muestreo se puede obtener isobáricamente.
7. Se puede hacer recircular la fase fluida sin la necesidad de utilizar bombas de recirculación.
8. Pueden acumularse grandes muestras y no hay perturbación en el equilibrio.
9. Tiempos de residencia cortos y temperatura crítica moderada en el sistema, favorecen el tratamiento de sustancias termolábiles.
10. Se miden solubilidades de sólidos en gases y de gases en líquidos.
11. La observación visual ofrece, cambios de fase y los volúmenes en cada fase.
12. El solvente supercrítico se elimina por despresurización.
13. El manejo de la bomba de presurización es manual por lo que no se tiene un gasto extra en su operación.
14. La estructura en donde está montado el equipo experimental se puede mover hacia cualquier lugar en donde se requiera, por lo que lo hace práctico y fácil de manejar.
15. El equipo experimental se puede modificar para el estudio de otras propiedades a condiciones supercríticas como la determinación de equilibrios de fases, solubilidades de sistemas binarios o multicomponentes.

El mercado de extractos botánicos ha presentado las siguientes características:

- El valor del mercado fue de 3,060 millones de dólares en 2016.
- Según la fuente, el mercado se ha segmentado en especias, hierbas, flores y hojas de té. El segmento de las especias dominó el mercado en 2016.
- El desarrollo de nuevos y diversos sabores de acuerdo con las preferencias cambiantes del consumidor es vital para los fabricantes de extractos de especias.
- Según la forma, el mercado se ha segmentado en polvo y líquido. Debido a las ventajas asociadas con la forma en polvo, como la conveniencia de uso y la fácil disolución en agua, este segmento representó la mayor participación de mercado de extractos botánicos en 2016.
- En términos de aplicación, el segmento de alimentos dominó el mercado en 2016.
- La falta de continuidad en el suministro de materias primas es uno de los mayores desafíos que enfrenta el mercado de extractos botánicos. Además, los precios de las hierbas y especias pueden variar según la disponibilidad y la temporada.
- Entre las empresas destacadas del mercado de extractos botánicos están: Frutarom Ltd., Kalsec Inc., Döhler GmbH, Nexira, Synthite Industries, MB-Holding GmbH & Co. KG, Synergy Flavours, Blue Sky Botanicals, BI Nutraceuticals.²

² Markets and Markets.

<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/botanical-extracts-market-3151938.html>

Imagen de la tecnología

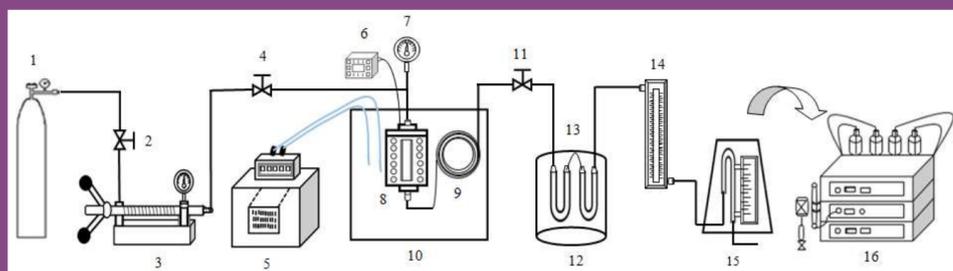


Diagrama del equipo experimental. (1) Tanque de CO₂, (2, 4, 11) válvulas de paso, (3) Bomba de presurización manual, (5) Recirculador líquido, (6) Indicador de temperatura, (7) Manómetro, (8) Celda de equilibrio, (9) Precalentador, (10) Recipiente de acrílico, (12) Tubos en forma de U, (13) Baño de agua fría, (14) Rotámetro, (15) Medidor de gas, (16) Espectrofotómetro UV-Vis o HPLC.