DESCUBRE CÓMO EL COMPUESTO TSIL PUEDE AYUDAR A GENERAR ENERGÍA NUCLEAR DE MANERA SEGURA Y EFICIENTE

DATOS DE CONTACTO:

Relaciones con la Empresa
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI
Universidad de Alicante
Tel.: +34 96 590 99 59
Email: areaempresas@ua.es
http://innoua.ua.es

RESUMEN

El Instituto de Síntesis Orgánica de la Universidad de Alicante ha desarrollado un compuesto que permite la extracción selectiva de metales de transición interna (lantánidos y actínidos), evitando la aparición de especies radiactivas peligrosas.

La mezcla extractante es altamente eficaz y selectiva, lo que permite la recuperación íntegra del torio respecto al uranio y a otros metales de los bloques f, d y/o p de la tabla periódica. Además, esta mezcla se puede reutilizar en nuevas extracciones sin perder efectividad, lo que supone un gran avance en la protección del medioambiente.

Esta tecnología se puede aplicar en áreas como la química nuclear, la medicina nuclear y el tratamiento de residuos nucleares.

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su explotación comercial a través de acuerdos de licencia de patente.

INTRODUCCIÓN

La energía nuclear es la fuente de energía limpia y eficiente que más se utiliza en todo el mundo para generar electricidad. De hecho, los reactores nucleares producirán la mayor cantidad de energía eléctrica en el futuro debido a las abundantes reservas de combustible y a las bajas emisiones de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero.

Actualmente, la extracción de torio, un elemento clave en los procesos nucleares, puede ser peligrosa debido a la aparición de especies radiactivas como el plutonio. Además, los métodos de extracción de torio no son selectivos y pueden dañar el medioambiente.

El torio y el uranio son los únicos elementos actínidos naturales presentes en la naturaleza, pero están muy dispersos en los minerales que los contienen y requieren métodos de extracción muy selectivos. El torio es mucho más abundante que el uranio y, a diferencia de éste, produce cantidades más bajas de actínidos menores y nada de plutonio, lo que simplifica la gestión de los desechos radiactivos a largo plazo. Además, el núcleo de torio tiene capacidad para producir un núcleo de uranio cuando absorbe un neutrón, y es capaz de emitir radiaciones alfa, que se están aplicando con gran éxito en las terapias de corto alcance como cánceres y enfermedades micrometastásicas. Por todas estas razones, el torio se está posicionando como una de las fuentes de energía nucleares más importantes del futuro, y su consumo podría aumentar sustancialmente si se comercializa su uso como combustible nuclear.

El torio se encuentra muy diluido en la roca, por lo que requiere más extracción, molienda y tratamiento local en el lugar donde se recupera que en el caso del uranio, por lo que resulta imprescindible contar con métodos de extracción altamente selectivos que permitan garantizar su extracción.

La separación del uranio y del torio de los minerales que los contienen genera una gran preocupación en la población, ya que es necesario gestionar bien los núcleos radiactivos. Actualmente, los métodos utilizados para la extracción selectiva del torio frente al uranio no tienen en cuenta la recuperación del compuesto extractante, ni la del disolvente que lo contiene, de ahí la necesidad de obtener una tecnología que sí lo permita.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Con el objetivo de resolver los problemas anteriormente descritos, se ha desarrollado un **sistema extractante TSIL** (*Task Specific Ionic Liquids*) **+ IL** (*Ionic Liquid*) que permite la **extracción selectiva líquido-líquido de torio frente a otros metales pertenecientes a los bloques f, d y/o p de la tabla periódica**, tales como el uranio, sin la aparición de especies radiactivas peligrosas.

La invención se basa en la preparación de una mezcla extractante formada por el **compuesto TSIL disuelto en el líquido iónico BMIM NTf_2** (*véase Figura 1*):

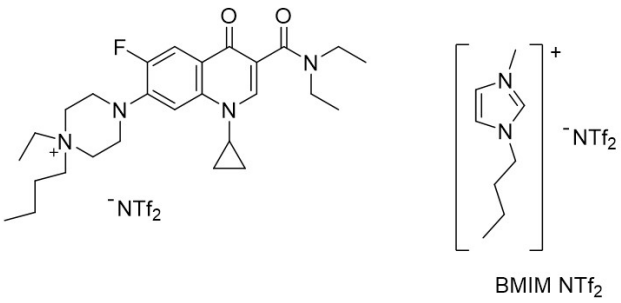

Figura 1: Fórmula química de los compuestos que forman la mezcla extractante.

El procedimiento de **preparación del compuesto TSIL** se realiza en **tres sencillos pasos** (en condiciones suaves de reacción):

1. Reacción de N-alquilación del antibiótico ciprofloxacina con 1-bromoetano para obtener el siguiente compuesto intermedio (*véase Figura 2*):

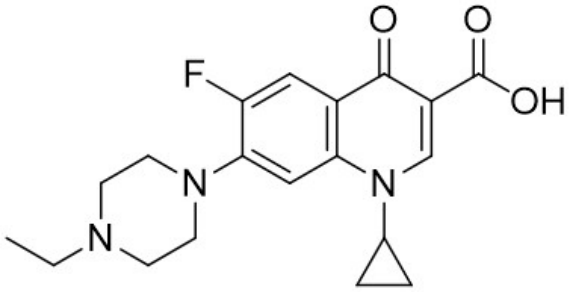

Figura 2.

2. Reacción de amidación sobre el compuesto anterior empleando N,N-dietilamina para obtener el siguiente compuesto (*véase Figura 3*):

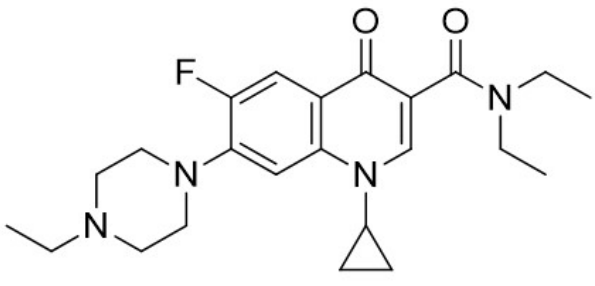

Figura 3.

3. Reacción de alquilación del compuesto anterior con 1-yodobutano para obtener el compuesto TSIL cuya fórmula química es la siguiente (*véase Figura 4*):

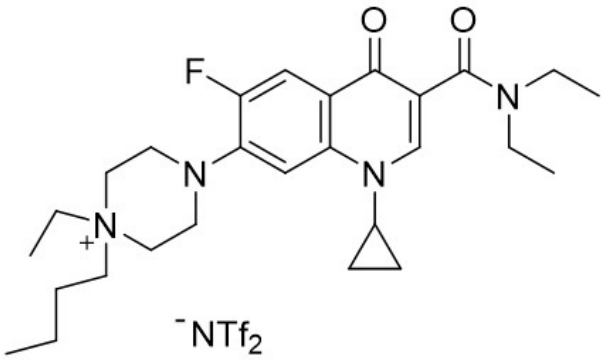

Figura 4.

Las reacciones químicas anteriores se realizan en presencia de diferentes catalizadores bajo condiciones específicas de temperatura y presión. Una vez obtenido el compuesto TSIL, se mezcla con el líquido iónico BMIM NTf_2 para formar la composición extractante (*véase Figura 1*).

El **procedimiento de extracción selectiva de torio** de una muestra que contiene torio y otros metales de los bloques f, d y/o p de la tabla periódica se resume en las siguientes **etapas**:

1) Preparar de la mezcla extractante a partir del compuesto TSIL + el líquido iónico BMIM NTf_2 (B).

2) Ajustar la muestra a separar (que contiene torio y otros metales de los bloques f, d y/o p) a pH=1 (A).

3) Adicionar la mezcla líquida extractante (B) a la muestra líquida a separar (A).

4) Agitar.

5) Esperar a que ambas disoluciones se separen por diferencia de densidad.

6) Separar las dos fases: la fase orgánica (B) corresponde a la composición extractante que incluye el torio contenido inicialmente en la muestra a separar (*véase Figura 5*).

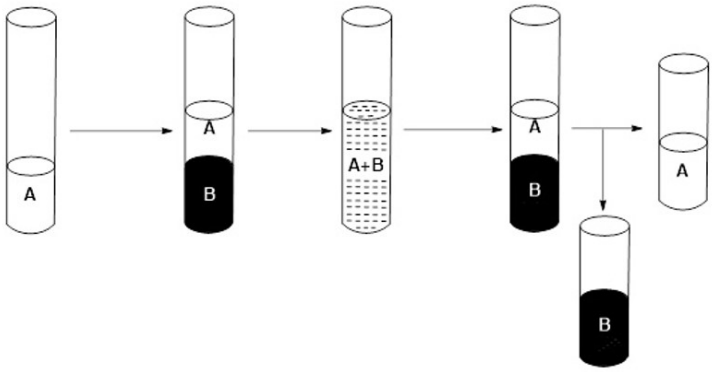

Figura 5: Proceso de extracción selectiva.

7) Adicionar a la fase orgánica recuperada en la etapa anterior (B) una disolución acuosa tamponada a pH=6 (C).

8) Agitar.

9) Esperar a que ambas disoluciones se separen por diferencia de densidad.

10) Separar las dos fases: la fase orgánica corresponde a la composición extractante (B), que podrá utilizarse nuevamente en otros procesos de recuperación de torio, y la fase acuosa (A) contiene el torio extraído (*véase Figura 6*).

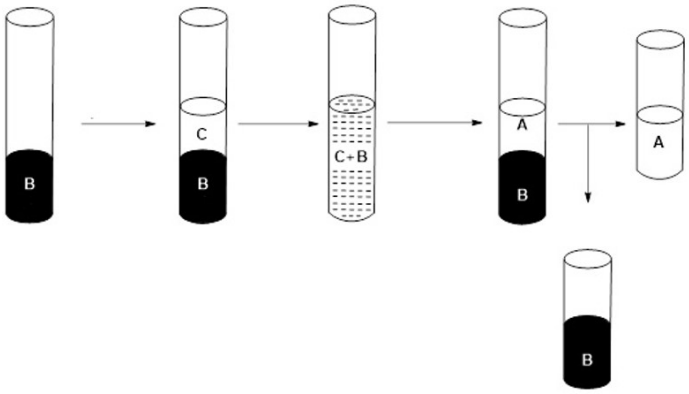

Figura 6: Esquema del proceso de recuperación.

VENTAJAS Y ASPECTOS INNOVADORES

VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología TSIL presenta las siguientes **ventajas**:

1) Permite la **extracción selectiva de torio** frente a otros metales pertenecientes a los bloques f, d y/o p de la tabla periódica, tales como el uranio.

2) Es **altamente eficiente** en la extracción selectiva de torio, permitiendo recuperar íntegramente el torio con un alto rendimiento debido a su alta afinidad.

3) **Gran especificidad** en la extracción del torio frente a uranio y otros metales de transición interna (lantánidos y actínidos): el resto de metales se extraen con un bajo o nulo porcentaje.

4) Es posible de recuperar, al menos, el 95% de la mezcla extractante y **reutilizarla en nuevos ciclos de extracción** de torio frente a otros metales.

5) El procedimiento es **respetuoso con el medioambiente**, ya que evita la aparición de especies radiactivas peligrosas como el plutonio, mejorando así la seguridad en los procesos nucleares.

6) El procedimiento se lleva a cabo bajo **condiciones suaves de reacción** (temperatura entre 0ºC-25ºC y presión atmosférica).

7) El procedimiento es **viable a escala industrial**, pudiendo ser adaptado e implementado a las necesidades de la empresa (el compuesto TSIL tiene un rendimiento de síntesis del 89%).

En resumen, el compuesto TSIL es una tecnología revolucionaria que **mejora significativamente los métodos actuales de extracción de torio** al ser más seguro, eficiente y selectivo. Su aplicación en diferentes sectores puede tener un impacto positivo en el medioambiente y mejorar la **sostenibilidad energética** a nivel mundial.

ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología TSIL presenta varios aspectos innovadores que la diferencian de otras tecnologías similares en el mercado.

En primer lugar, la novedosa composición química de la mezcla extractante permite la **extracción selectiva de torio** frente a otros metales de los bloques f, d y/o p de la tabla periódica, **evitando la aparición de especies radiactivas peligrosas como el plutonio**.

Además, su alta eficiencia permite **recuperar íntegramente el torio con un alto rendimiento**, y es posible **volver a utilizar la mezcla extractante en nuevos ciclos de extracción** siendo, por tanto, un procedimiento sostenible y respetuoso con el medioambiente (no existe ningún otro sistema de extracción de estas características en el mercado que sea reciclable).

ESTADO ACTUAL

La tecnología descrita se ha desarrollado a **escala de laboratorio** (estado de madurez tecnológico: **TRL = 4**).

Los ensayos realizados han mostrado resultados muy prometedores: el **coeficiente de distribución** (K), que es el cociente entre la concentración del metal en la fase orgánica y en la fase acuosa tras la extracción, calculado para el torio, es **28 veces superior al del uranio**, y entre 25-196 veces superior para el resto de los elementos estudiados (Lu, Yb, Gd, Sm, Nd, La, Y, Ce, Eu, Sc, Pt, Sb, etc.).

En estos ensayos se ha demostrado la **alta eficiencia del compuesto TSIL en la extracción selectiva de torio frente a otros metales**, así como su capacidad para recuperar íntegramente el metal complejado.

Los resultados obtenidos indican que esta tecnología tiene un gran potencial para su aplicación en procesos nucleares. Asimismo, se han llevado a cabo estudios sobre la viabilidad económica del proceso de extracción selectiva de torio con TSIL, lo que indica que esta tecnología podría ser **rentable y competitiva** en comparación con otras soluciones existentes.

APLICACIONES DE LA OFERTA

Los principales sectores de aplicación de esta novedosa tecnología son:

- **Minería e industria química**: el compuesto TSIL tiene aplicaciones en la extracción selectiva de metales de transición interna (lantánidos y actínidos).
- **Química nuclear**: la tecnología TSIL puede ser utilizada en procesos nucleares para la extracción selectiva de torio frente a otros metales, evitando la aparición de especies radiactivas peligrosas como el plutonio.
- **Medicina nuclear**: la tecnología TSIL también puede ser aplicada en la medicina nuclear, ya que permite una extracción selectiva y eficiente del torio.
- **Tratamiento de residuos nucleares**: el compuesto TSIL también representa una ventaja considerable a la hora de tratar residuos nucleares que contienen torio, ya que éste puede recuperarse selectivamente.

- **Investigación científica**: la tecnología TSIL puede ser utilizada en investigaciones científicas relacionadas con procesos nucleares y medicina nuclear.

Su aplicación en diferentes sectores puede tener un impacto positivo en el medioambiente y mejorar la sostenibilidad energética a nivel mundial.

COLABORACIÓN BUSCADA

Se buscan empresas interesadas en adquirir esta tecnología para su **explotación comercial** mediante acuerdos de **licencia de la patente**.

Perfil de empresa buscado:

- Industria nuclear.
- Industria química.
- Medicina nuclear.
- Tratamiento de residuos nucleares.

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

La presente invención se encuentra protegida mediante **solicitud de patente**:

- *Título de la patente: "Compuesto TSIL, procedimiento de fabricación y procedimiento de extracción selectiva de torio empleando el compuesto TSIL".*
- *Número de solicitud: P202231098.*
- *Fecha de solicitud: 22 de diciembre de 2022.*

SECTORES DE APLICACIÓN (3)

Contaminación e Impacto Ambiental
Estudios Geológicos y Geofísicos
Tecnología Química

IMÁGENES TÉCNICAS (1)