

Eliminación de contaminantes emergentes recogidos en las listas de observación mediante procesos CWPO

Pablo Gutiérrez-Sánchez*, Silvia Álvarez-Torrellas, Marcos Larriba, Juan García

Grupo de Catálisis y Procesos de Separación, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, Avda. Complutense s/n, 28040 Madrid, España.

pgutie03@ucm.es

Palabras clave: contaminantes emergentes, listas de observación, CWPO, biocarbones.

Introducción

La demanda de agua de calidad aumenta a medida que lo hace la población mundial. A lo largo de los años, uno de los principales problemas que ha limitado su disponibilidad es la contaminación de los recursos hídricos. En este sentido, el ser humano ha tenido una contribución relevante, localizando las fuentes de contaminación tanto en zonas urbanas como industriales, hospitales, clínicas veterinarias, etc. Entre los diversos contaminantes presentes en el medio acuático, merecen especial atención los fármacos, compuestos orgánicos que se clasifican como contaminantes emergentes, y que se caracterizan por su persistencia en los efluentes de las Estaciones Depuradoras convencionales. La ciprofloxacina (CPX), por ejemplo, es uno de los antibióticos recogidos en las listas de observación europeas, debido a su potencial riesgo sobre la salud y el medio ambiente [1].

Entre las principales técnicas de eliminación de contaminantes emergentes se encuentran los procesos de oxidación avanzada, concretamente, la oxidación húmeda promovida por peróxido de hidrógeno (CWPO). Esto es, los procesos CWPO permiten eliminar contaminantes persistentes y refractarios mediante la generación de radicales oxidantes. Sin embargo, el empleo de catalizadores heterogéneos basados en metales de bajo coste, como los metales de transición, posee como principal inconveniente la desactivación del catalizador, es decir, la lixiviación de la fase activa. Así, el objetivo de este trabajo es evaluar la actividad catalítica y la contribución de la adsorción en la eliminación de ciprofloxacina empleando catalizadores de Fe de base carbonosa.

Experimental

La síntesis de los catalizadores se llevó a cabo mediante un proceso de pirólisis en el que se empleó lodo industrial como precursor biomásico y FeCl_3 como agente activante, con una proporción 1:1 en masa. Para ello, se utilizó un reactor vertical de cuarzo que operaba a 800 °C durante 2 horas, con una rampa de calentamiento de 10 °C/min y un caudal de N_2 de 100 mL/min. El exceso de metal se eliminó del biocarbón mediante un lavado con una disolución de ácido clorhídrico 1 M y, posteriormente, agua ultrapura. Finalmente, tras un secado (105 °C, 24 horas), el material se tamizó a un tamaño de partícula inferior a 250 μm . Los ensayos de reacción, y los blancos de adsorción, se llevaron a cabo empleando en reactores de vidrio de 250 mL con disoluciones de CPX ($C_0 = 50 \text{ mg/L}$), dosis de catalizador de 0,3 g/L, concentración de H_2O_2 de 1,1 mL/L, temperatura de 70 °C y bajo agitación magnética constante (300 rpm). La concentración de CPX se siguió mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, Varian ProStar). Los test de reacción se realizaron empleando agua ultrapura, y dos matrices reales (superficial, y un efluente de EDAR).

Resultados y discusión

El material sintetizado mostró una capacidad de adsorción (Figura 1a) en el equilibrio cercana a 74 mg/g, que se encuentra dentro del intervalo reportado en la bibliografía para materiales carbonosos sintetizados a partir de otros precursores biomásicos.

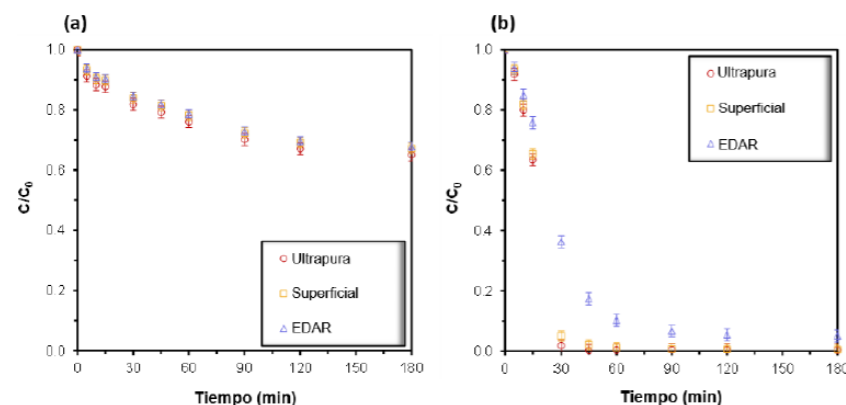


Figura 1. Blancos de adsorción (a) y actividad catalítica (b) del material carbonoso en diferentes matrices acuáticas.

La cinética de degradación de CPX (Figura 1b) evidenció el potencial del biocarbón para aplicarse en procesos CWPO, alcanzando una eliminación del 98 % en menos de 30 min. En relación a la lixiviación de Fe, se obtuvieron valores de 0,61 mg/L, lo que indicó la elevada estabilidad del catalizador.

Por último, con respecto a la influencia de la matriz acuosa, tanto la capacidad de adsorción como la actividad catalítica disminuyeron en el siguiente orden: agua ultrapura > agua superficial > efluente de EDAR. Estos resultados están relacionados con la presencia de otros contaminantes (MON) en las matrices acuosas reales, que compiten con el contaminante objetivo, CPX, tanto por los sitios activos del soporte como por el consumo de radicales OH durante la oxidación catalítica.

Conclusiones

El empleo de lodos de depuradora permite la síntesis de catalizadores técnicamente viables para ser aplicados en procesos CWPO. En este sentido, su elevada actividad catalítica permitió alcanzar una eliminación de CPX aprox. del 98 % en 30 min, garantizando una baja lixiviación de Fe. Además, las propiedades adsorbentes del material evidenciaron también la versatilidad de estos materiales para ser aplicados en otros procesos de interés en el tratamiento de aguas.

Agradecimientos

Los autores agradecen la financiación obtenida por la Comunidad de Madrid a través del proyecto de doctorado industrial (IND2019/AMB-17114), Red REMTAVARES S2018/EMT-4341 y el Fondo Social Europeo. Los autores también agradecen el proyecto PID2020-116478RB-I00 financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033.

Referencias

[1] O.J. Ajala, J.O. Tijani, R.B. Salau, A.S. Abdulkareem, O.S. Aremu, A review of emerging micro-pollutants in hospital wastewater: Environmental fate and remediation options, Results in Engineering. 16 (2022) 100671.