

Ferrogeles magnéticos de alginato: una alternativa sostenible para remoción de contaminantes farmacéuticos

Barragán Medina, Yulianis P.; Alvarez, Vera A.; Gonzalez, Jimena S.

Grupo de Materiales Compuestos Termoplásticos, Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) Av. Cristóbal Colón 10850, Mar del Plata, Argentina

scyulis16@gmail.com

Área temática: G. Aplicaciones de nanomateriales en ambiente, energía, agro, alimentos y catálisis

La presencia de contaminantes farmacéuticos como el diclofenac (DFC) en sistemas acuáticos representa un riesgo ambiental creciente debido a su persistencia y efectos biológicos¹. En este estudio, se sintetizaron perlas de ferrogeles (hidrogeles con nanopartículas magnéticas dispersas en su interior) basadas en alginato de sodio como adsorbentes eficientes para la remoción de DFC. Las nanopartículas magnéticas (MNPs) se obtuvieron mediante coprecipitación in situ de sales de Fe^2/Fe^3 en medio alcalino ($pH \approx 11$), obteniendo una dispersión estable con concentración de 0,4% p/p. Posteriormente, los ferrogeles (FG-As) se prepararon por gelación iónica mediante goteo de la mezcla de alginato (2% p/v) y MNPs en una solución gelante de Fe^3 (1% p/v), y se compararon con hidrogeles no magnéticos (HG-As) obtenidos similarmente.

El análisis termogravimétrico (TGA) evidenció una mayor estabilidad térmica en los ferrogeles (230,0 °C; 20,4% de residuo) frente a los hidrogeles (210,9 °C; 17,2%). Los estudios de hinchamiento mostraron que los FG-As presentan mayor capacidad a condiciones de mayor temperatura, alcanzando hasta 48% a 40 °C y pH 3, lo que indica una estructura más estable.

Se estudió la capacidad de adsorción en temperaturas de 23°C y 40°C en pH 3 y 7; se pusieron a adsorber las perlas en una relación de 10mg/10 mL de la solución del DFC, a diferentes concentraciones iniciales (10, 20, 30 y 2000 mg/L). Los estudios cinéticos demostraron que el modelo de pseudo-segundo orden describe adecuadamente el proceso de adsorción (R^2 hasta 0,98), sugiriendo un mecanismo dominado por quimisorción. El modelo de difusión intrapartícula indicó que este fenómeno no es la única etapa limitante. En equilibrio, los datos se ajustaron mejor al modelo de Temkin ($R^2 = 0,99$), seguido de Freundlich ($R^2 = 0,85$), lo que sugiere una superficie heterogénea y la presencia de interacciones adsorbato-adsorbente. La capacidad máxima de adsorción alcanzó 781,25 mg/g según Langmuir.

El mecanismo de adsorción se atribuye a interacciones electrostáticas, puentes de hidrógeno, interacciones $\pi-\pi$ y posibles coordinaciones con especies de hierro. Además, las propiedades magnéticas permiten la recuperación eficiente del material. Estos resultados posicionan a los ferrogeles como materiales prometedores para la remoción de contaminantes emergentes en agua.

REFERENCIAS

1. Nosek K, Zhao D. *Water Res.* 266 (2024) 122388