

Síntesis de micropartículas de bentonita-xerogeles de carbono dopados con N para la adsorción de cationes en solución acuosa

C. Vázquez-Mendoza^{1,2*}, E. Bailón-García¹, A.F. Pérez-Cadenas¹, R. Leyva-Ramos², F. Carrasco-Marín¹

¹ Materiales Polifuncionales Basados en Carbono (UGR-Carbon), Dpto. Química Inorgánica - Unidad de Excelencia de Química Aplicada a Biomedicina y Medioambiente - Universidad de Granada (UEQ-UGR), ES18071-Granada, Spain

² Centro de Investigación y Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No.6, S.L.P. 78210, San Luis Potosí, México

carovazquez@correo.ugr.es

Palabras clave: xerogeles de carbono, melamina, montmorillonita, adsorción.

Introducción

La trimetoprima (TMP) es un medicamento antibacteriano que pertenece a la clase de las sulfonamidas. Cuando las personas consumen este medicamento parte de la droga se metaboliza en el cuerpo y se excreta a través de la orina o las heces llegando a las aguas residuales a través de los sistemas de alcantarillado y, finalmente, llegar a cuerpos de agua naturales, como ríos o lagos [1]. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales no siempre eliminan por completo los medicamentos presentes en el agua, es por esto por lo que se ha venido utilizando los procesos de adsorción en la etapa terciaria debido a su fácil operación, reutilización del adsorbente, y amplia gama de remoción de contaminantes. Debido a esto el objetivo del presente trabajo es el desarrollo de xerogeles de carbono dopados con N y montmorillonita (XCNM) conservando los grupos funcionales de la arcilla en la superficie y los grupos nitrogenados introducidos en el xerogel con melamina, para realizar la adsorción de TMP sobre XCNM y evaluar la capacidad de adsorción y sus mecanismos de adsorción.

Experimental

Se sintetizaron xerogeles de carbono dopado con arcilla (montmorillonita) (XCM), xerogeles dopados con nitrógeno (melamina) y arcilla (XCNM) y xerogeles agregando el cesio como catalizador (XCNM-Cs). En la primera etapa se mezclaron por un proceso de emulsión directa los monómeros orgánicos, resorcinol (R), formaldehído (F) en una relación dada y utilizando el agua (W) como disolvente. Además, se agregó melamina, 10 % en peso de montmorillonita y Cs₂CO₃ como catalizador. Las relaciones fueron R/F=1/2, R/M=5/3, R/Cs=526 y 10 % en peso total de montmorillonita en 1 L de agua. Obteniendo el material se realizó un intercambio del agua de los hidrogeles por acetona durante 5 días y el secado se llevó a cabo por microondas hasta la eliminación completa de acetona. Tras el secado del xerogel orgánico se efectuó la carbonización introduciendo el material a un horno con atmosfera inerte a diferentes temperaturas 400, 500, 700 y 900 °C. Teniendo los materiales finales se aplicaron en el proceso de adsorción de TMP.

Resultados y discusión

Los datos experimentales de equilibrio de adsorción de TMP en los diferentes materiales (XC-M-900, XC-NM-900, XC-NM-Cs-900) se interpretaron utilizando el modelo de isoterma de adsorción de Radke-Prausnitz (R-P) ecuación (1). En la Figura 1 se muestran las isotermas de adsorción de TMP en solución acuosa sobre los materiales carbonizados a 900 °C, pH = 5, I = 0.01 N, T = 25 °C. A una concentración de TMP en equilibrio de 250 mg/L las capacidades de adsorción fueron 35, 23 y 52 mg/g, respectivamente, revelando que la mayor capacidad de adsorción de XC-NM-Cs-900 es 2.26 veces mayor que la de los otros materiales. Esto se debe a que al agregar el catalizador se incrementa la porosidad teniendo una mayor interacción del contaminante y la superficie. Al agregar los grupos nitrogenados en la síntesis, bloquea los poros haciendo su capacidad para adsorber menor.

Tabla 1. pH de punto de carga cero de los xerogeles de carbono

Muestra	XC-M-900	XC-NM-900	XC-NM-Cs-900
pH _{PZC}	7.4	7.2	7.6

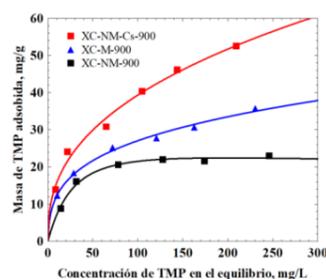


Figura 1. Isoterma de adsorción de TMP sobre XCM, XC-NM, y XC-NM-Cs a T=25°C, pH=5

$$q = \frac{aC_e}{(1 + bC_e^\beta)} \quad (1)$$

Conclusiones

Se llevaron a cabo pruebas de adsorción utilizando el compuesto TMP, donde se encontró que el xerogel XC-NM-Cs-900 presentaba la mayor capacidad de adsorción, siendo 2.26 veces mayor que la de los otros materiales. Esto se debe a la mayor porosidad y mayor interacción entre el contaminante y la superficie debido a la presencia del catalizador en el material.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero a MCIN/AEI/10.13039/501100011033/, "FEDER Una manera de hacer Europa" el proyecto PID2021-127803OB-I00, CONAHCYT (Beca No. 828880), AUIP y a la Consejería de Transformación Económica, Industria, Conocimiento y Universidades de la Junta de Andalucía por el Programa de Becas de Movilidad Académica 2023 (Beca No. 040).

Referencias

^[1] Mpatani, F. M., Aryee, A. A., Kani, A. N., Han, R., Li, Z., Dovi, E., Qu, L. (2021). A review of treatment techniques applied for selective removal of emerging pollutant-trimethoprim from aqueous systems. Journal of Cleaner Production, 308, 127359.