

Recubrimiento hidrotérmico de un carbón activado. Un nuevo adsorbente

M. Adame-Pereira¹, C.J. Durán-Valle², C. Fernández-González¹

¹Departamento de Química Orgánica e Inorgánica. Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas, s/n, 06006 Badajoz (España).

²IACYS, Universidad de Extremadura, Avda. de Elvas, s/n, 06006 Badajoz (España).

martaap@unex.es

Palabras clave: acetamiprid, adsorción, carbón hidrotérmico, descontaminación de aguas.

Introducción

El carbón hidrotérmico es uno de los materiales carbonosos que se han estudiado más recientemente [1] [2], a diferencia del clásico y ampliamente conocido carbón activado. Se obtiene tratando materiales ricos en carbono a una temperatura moderada con agua en un recipiente cerrado, para garantizar que la presión de vapor de agua actúe sobre este material. Se caracteriza por un bajo desarrollo de poros, acidez y una superficie hidrófila, con un gran número de grupos superficiales. Dichas propiedades pueden modificarse mediante tratamientos térmicos o químicos [3]. En este trabajo, se plantea si es posible obtener las propiedades combinadas de ambos materiales para desarrollar un mejor adsorbente. El objetivo es conseguir un adsorbente polar y de alta superficie de forma respetuosa con el medio ambiente. Se decidió seguir la estrategia de recubrir la superficie de un carbón activado con un carbón hidrotérmico generado in situ. Como una posible aplicación, los materiales carbonosos híbridos se probaron en la adsorción de acetamiprid, un insecticida neonicotinoide que está sustituyendo al más tóxico imidacloprid en disolución acuosa [4].

Experimental

El carbón activado comercial Norit RX-3 Extra (CA) se utilizó como carbón de partida. Se mezcló una cantidad de 4, 8 o 12 g de CA con 50 mL de una disolución de sacarosa de concentración 0,01, 0,05 o 0,10 g L⁻¹ (CT/CAx). La mezcla se llevó a estufa y se sometió a diferentes tiempos (10-20 h) y temperaturas (160-200 °C). Además, se sintetizó un carbón sólo con sacarosa (CHT) y se trató CA por el método hidrotérmico con 50 mL de agua destilada (CAHT). Los productos obtenidos se han caracterizado mediante análisis elemental, análisis térmico, SEM, adsorción física de N₂ a -196 °C, FT-IR, pH_{pcc} y grupos ácidos y básicos. La adsorción se ha estudiado desde el punto de vista de la cinética y el equilibrio de adsorción utilizando 200 mg y 40 mg de adsorbente y una disolución de adsorbente de 400 mg L⁻¹ y entre 25-1000 mg L⁻¹ respectivamente.

Resultados y discusión

El estudio de las propiedades ácidas y básicas indica que CA es ligeramente básico, CHT fuertemente ácido y CAHT y CT/CA13 redujeron su alcalinidad con respecto a CA. En cuanto a la estructura química de la superficie, el tratamiento hidrotérmico redujo el contenido de oxígeno de CA al obtener CAHT, dejando menos grupos funcionales en la superficie. Sin embargo, CHT posee un alto contenido de oxígeno, que era el objetivo de la síntesis. Además, para CT/CA13 se degradaron más grupos básicos y aumentó la cantidad de grupos ácidos. A partir de las isotermas de adsorción de N₂ a -196 °C se han obtenido los valores de la superficie BET (S_{BET}) y los volúmenes de poros (V_{DR}, V_{me} y V_{total}) que se encuentran en la Tabla 1. A la vista de los datos se desprende que los procesos hidrotérmicos a los que se sometió CA no redujeron el desarrollo poroso del carbón activado, variando según CAHT > CT/CA13 > CA > CHT. Los valores más elevados de los volúmenes de poros corresponden a CAHT. El desarrollo de la porosidad en CHT es escaso. Las cinéticas del proceso de adsorción de acetamiprid son rápidas. La cantidad adsorbida con respecto a la concentración inicial fue similar con CA y CT/CA13 (79% y 75% respectivamente) y baja para CHT (5%). En cuanto a la cantidad de acetamiprid retenida en el equilibrio (Figura 1), esta fue mayor con CT/CA13 que con CA y, además, la adsorción mejoró al aumentar el pH de la solución de adsorbato.

Tabla 1. Isotermas de adsorción de N₂ a -196 °C. Datos texturales

Muestra	S _{BET} , m ² g ⁻¹	V _{DR} , cm ³ g ⁻¹	V _{me} , cm ³ g ⁻¹	R _{poro} , nm	V _{total} , cm ³ g ⁻¹
CA	1025,5	0,498	0,145	0,741	0,668
CAHT	1144,5	0,542	0,182	0,591	0,728
CHT	27,1	0,001	0,025	---	0,027
CT/CA13	1051,9	0,516	0,109	0,591	0,628

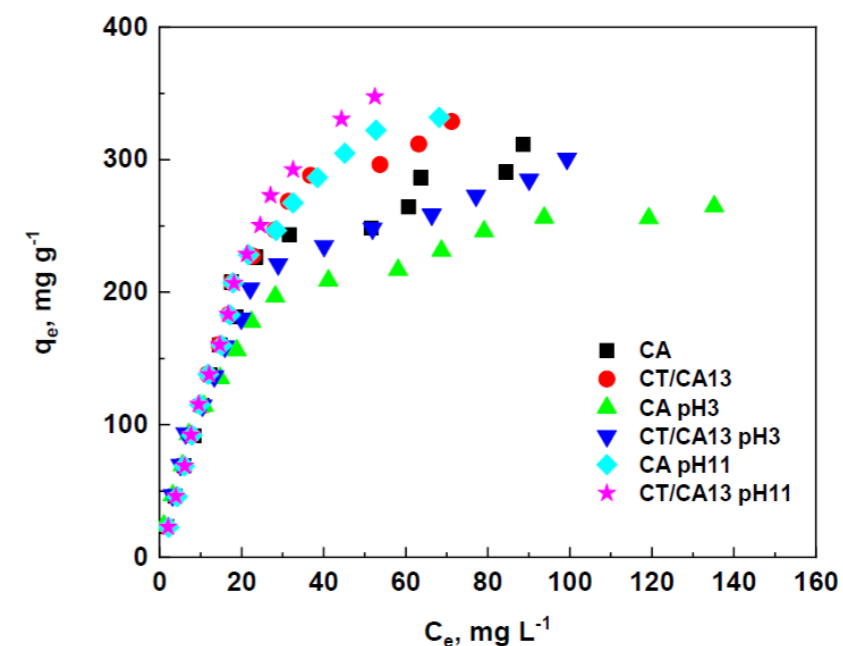


Figura 1. Isotermas de adsorción de acetamiprid a diferentes valores de pH.

Conclusiones

El tratamiento hidrotérmico de CA en presencia de sacarosa mejora sus propiedades adsorbentes. La estructura química de la superficie cambia, reduciéndose el número de grupos funcionales básicos y aumentando el número de grupos ácidos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Junta de Extremadura la ayuda económica recibida (IB20026, GR21020 y GR21107), cofinanciada con fondos FEDER, a Grupos de Investigación.

Referencias

- [1] Zhao L, Baccile N, Gross S, Zhang Y, Wei W, Sun Y, Antonietti M, Titirici MM, Sustainable nitrogen-doped carbonaceous materials from biomass derivatives, *Carbon*, 2010, 48:3778-3787.
- [2] Titirici MM, White RJ, Falco C, Sevilla M, Black perspectives for a green future: hydrothermal carbons for environment protection and energy storage, *Energy Environ Sci*, 2012, 5:6796-6822.
- [3] CJ Durán-Valle, AB Botet-Jiménez, D Omenat-Morán, Hydrothermal Carbonisation: An Eco-Friendly Method for the Production of Carbon Adsorbents, En: Bonilla-Petriciolet A, Mendoza-Castillo DI, Reynel-Ávila HE (Eds.), *Adsorption Processes for Water Treatment and Purification*, Springer, Cham, 2017, pp. 77-108.
- [4] Morrissey CA, Mineau P, Devries JH, Sanchez-Bayo F, Liess M, Cavallaro MC, Liber K, Neonicotinoid contamination of global surface waters and associated risk to aquatic invertebrates: A review, *Environ Int*, 2015, 74:291-303.