

Desarrollo de filtros basados en carbones activados para la eliminación de etileno

A. M. Regadera-Macias*, S. Morales-Torres, L.M. Pastrana-Martínez, F.J. Maldonado-Hódar

NanoTech – Nanomateriales y Tecnologías Químicas Sostenibles, Departamento de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, Avda. Fuente Nueva, s/n, ES18071 Granada, Spain.

amregadera@ugr.es

Palabras clave: adsorbentes, carbones activados, etileno, frutas climatéricas.

Introducción

El desarrollo de materiales adsorbentes eficaces para la eliminación de contaminantes tales como CO₂, compuestos orgánicos volátiles (COVs), SO_x, etc. o de tamices moleculares para la concentración/separación/purificación de mezclas de gases (CO₂/CH₄, C₂H₆/C₂H₄, etc.) es un aspecto clave en la industria y en los procesos medioambientales. El uso de carbón activado (CA), considerado como adsorbente universal, todavía ocupa un lugar privilegiado para estas aplicaciones [1]. En este trabajo, se han desarrollado diferentes CAs a partir de residuos agrícolas para la eliminación de etileno (C₂H₄) de las cámaras de almacenamiento y/o transporte de productos climatéricos. El etileno actúa como una hormona de maduración de frutas y verduras climatéricas, siendo el principal responsable del deterioro de las mismas durante los procesos de almacenamiento y/o transporte y de las consecuentes pérdidas económicas.

Experimental

Los CAs fueron preparados a partir de huesos de aceituna mediante diferentes procesos de activación: química con KOH (ratio 1:4) en una sola etapa (ej. CA_KOH) o física con CO₂ (ej. CA_CO₂) o vapor de agua (ej. CAV), incluyendo una etapa de carbonización previa a 800 °C. Las condiciones experimentales fueron ajustadas para obtener CAs con diferentes grados de activación y características fisicoquímicas. El CA comercial Norit fue utilizado como referencia a modo de comparación, y también se preparó un aerogel de carbón mediante un proceso de polimerización sol-gel en disolución acuosa de resorcinol-formaldehído [2]. Las características texturales y químicas de todas las muestras fueron analizadas con técnicas complementarias como adsorción física de gases, pH_{PZC}, SEM, XPS, entre otros. Para llevar a cabo las experiencias de adsorción en condiciones dinámicas y por tanto el estudio de las interacciones de los materiales con etileno, se optimizó el tamaño de partícula de los adsorbentes, así como el flujo y concentración de etileno. Para ello, los CAs fueron empaquetados en columnas de 10 × 0.6 cm por las que pasaba un flujo continuo de C₂H₄/N₂ (250-1000 ppm), obteniendo así las correspondientes curvas de rotura. La concentración de etileno fue determinada mediante un cromatógrafo de gases.

Resultados y discusión

En general, todos los CAs mostraron una microporosidad desarrollada con elevadas áreas superficiales (BET), obteniéndose valores de entre 700 m²/g para el CA preparado por activación física con CO₂ (CA_CO₂_24) a 1611 m²/g para el activado químicamente (CA_KOH_1:4). Además, la activación física con vapor de agua permite obtener un mayor desarrollo de la microporosidad que la activación con CO₂, variando el volumen de microporos accesible a N₂ (W₀) a -196 °C entre 0.28-0.51 cm³/g (Tabla 1). Además, en todos los casos se observa una microporosidad heterogénea de las muestras, ya que el W₀ determinado por adsorción de N₂ fue mayor a ese obtenido mediante adsorción de CO₂ y por aplicación de la ecuación de Dubinin-Radushkevich. Por el contrario, el aerogel de carbon (M900) presentó un carácter más mesoporoso que los CAs, aunque también presentó una SBET similar al CA activado con CO₂.

Tabla 1. Características texturales de algunos adsorbentes

Muestra	S _{BET} (N ₂) (m ² /g)	W ₀ (N ₂) (cm ³ /g)	L ₀ (N ₂) (nm)	W ₀ (CO ₂) (cm ³ /g)	L ₀ (CO ₂) (nm)
Norit	1203	0.51	1.7	0.30	0.7
CA_KOH_1:4	1611	0.66	1.8	0.33	0.8
CAV_23	1253	0.51	1.1	0.47	0.7
CA_CO ₂ _24	700	0.28	1.1	0.33	0.6
M900	702	0.29	1.4	0.24	0.6

S_{BET}= área superficial (BET); W₀= volumen de microporos; L₀= anchura media de microporo.

En general, todos los adsorbentes mostraron un rendimiento mayor o similar para la adsorción de etileno en comparación con el CA comercial (Figura 1). Este comportamiento es más evidente en el caso de los CAs activados de forma física, concretamente para la muestra activada con CO₂ (CA_CO₂_24). Por el contrario, el CA activado con KOH obtuvo el peor rendimiento, de modo que no los CAs con mayor área superficial son los que presentan una mayor adsorción de etileno y por tanto, la adsorción parece estar más relacionada con los microporos más estrechos, detectados por adsorción física de CO₂ a 0°C.

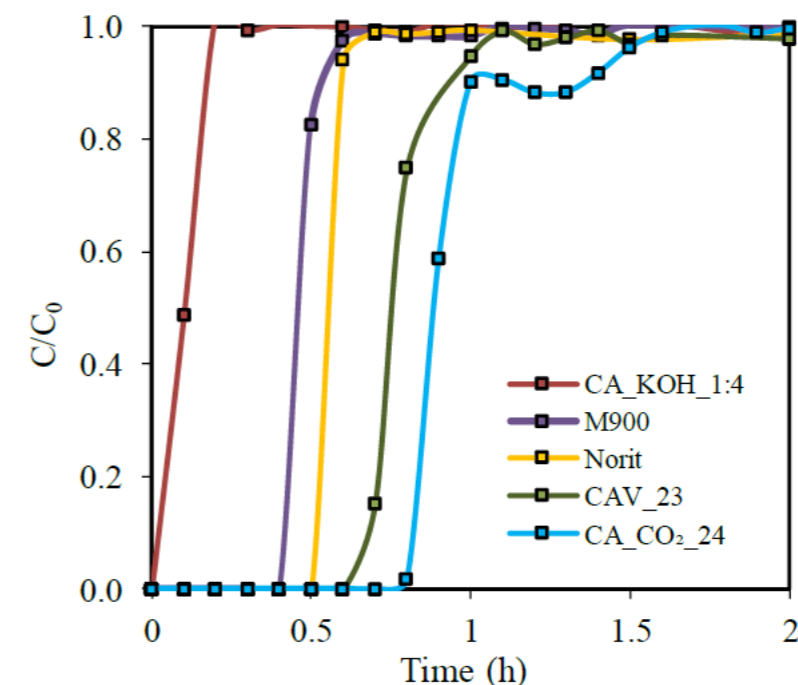


Figura 1. Curvas de rotura de la la adsorción de C₂H₄ para los

Conclusiones

Una serie de CAs fueron preparados a partir de huesos de aceituna para su posterior uso como adsorbentes de etileno (en condiciones dinámicas) y eliminarlo de la atmósfera de las cámaras de almacenamiento y transporte de frutas climatéricas. Los CAs preparados por activación física (CO₂) resultaron ser los más eficientes, incluso más que el comercial Norit, pues presentan microporos más estrechos, que están directamente implicados en la adsorción de etileno en este caso.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto ref. PCI2020-112045 del MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea Next GenerationEU/PRTR, bajo el Programa PRIMA (Project Nano4fresh). SMT agradece al MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FSE "El FSE invierte en tu futuro" su contrato Ramón y Cajal (RYC-2019-026634-I).

Referencias

- [1] Liang W, Zhang Y, Wang X, Wu Y, Zhou X, Xiao J, Li L, Wang H, Li L, Asphalt-derived high surface area activated porous carbons for the effective adsorption separation of ethane and ethylene, Chemical Engineering Science, 2017; 162:192-202.
- [2] Morales-Torres S, Maldonado-Hódar FJ, Pérez-Cadenas AF, Carrasco-Marín F, Textural and mechanical characteristics of carbon aerogels synthesized by polymerization of resorcinol and formaldehyde using alkali carbonates as basification agents, Physical Chemistry Chemical Physics, 2010; 12:10365-10372.