

MEMBRANAS ELECTROHILADAS DE PCL COMO ADSORBENTES PARA LA EXTRACCIÓN- PRECONCENTRACIÓN EN FASE SÓLIDA DE ANTRACENO, FLUORENO, EUGENOL Y FURFURAL

Gabriela Amayrani Canche Irabien¹, Dr. Alejandro Avila Ortega², Dr. David Muñoz Rodríguez¹, Dr. Julio Cesar Sánchez Pech¹

¹Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química, Mexico. ²Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería Química, Mexico.

La policaprolactona (PCL) posee una estructura semicristalina con una orientación de sus cadenas poliméricas compuestas de grupos éster (-COO-) accesibles para interactuar con diversos compuestos. Estos grupos polares pueden interactuar mediante enlaces de hidrógeno y dipolo-dipolo con analitos polares como el eugenol y el furfural. Por otra parte, la naturaleza hidrofóbica de su esqueleto hidrocarbonado le permitiría interactuar con analitos apolares como el antraceno y el fluoreno mediante fuerzas de dispersión de London. Esta dualidad en sus interacciones, le permitiría absorber compuestos polares y no polares. Las membranas de PCL electrohiladas tienen una mayor área superficial que las membranas densas y esto favorece su capacidad adsorptiva. Considerando lo anterior las membranas electrohiladas de PCL pudieran ser buenos materiales como sorbentes versátiles para la extracción en fase sólida (SPE) para concentrar tanto analitos polares y no polares en medios acuosos. En este se estudió evaluó la capacidad de las membranas electrohiladas de PCL para adsorción y preconcentración de antraceno y fluoreno, eugenol y furfural. Se prepararon membranas de PCL electrohiladas con 30 mL de solución de PCL, obtenida disolviendo 4.09 g del polímero en una mezcla de 27.27 mL de cloroformo y 2.73 mL de etanol, con agitación continua durante 2 h. Posteriormente, la solución resultante se utilizó en el proceso de electrohilado en la unidad de nanofibras, manteniendo una distancia de 13 cm entre la aguja y el colector, con un voltaje aplicado de 6 kV, una velocidad de alimentación de 2 mL/h y una duración del electrohilado de 5h. Luego, las membranas se caracterizaron fisicoquímicamente por SEM para un análisis morfológico (Tescan Vega 3), por FTIR (ART Jasco) para la identificación de grupos funcionales, por XPS (PHI 5000 Versaprobe) para la caracterización de la composición química de la superficie, así como ensayos de resistencia a pHs extremos y solventes de dichas membranas. Se evaluaron las capacidades de adsorción y preconcentración en fase sólida de antraceno, fluoreno, eugenol y furfural en solución acuosa (1 ppm). Se cortaron discos de membranas de PCL de 11.70 mm de diámetro y 0.426 mm de espesor en promedio para evaluar la capacidad de adsorción y preconcentración de dichos analitos. Para el primer método A, se utilizaron discos de membranas de PCL electrohilada inmersas en frascos de vidrio de 50 mL con soluciones acuosas de 25 ppm de los analitos. La etapa de adsorción se llevó a cabo mediante Vortex (Genie 2, Velp Scientifica) durante 90 min a 500 rpm. Luego las membranas fueron separadas y sumergidas en 5 mL de metanol para la segunda etapa de preconcentración que buscaba la desorción de los analitos previamente adsorbidos en la primera etapa utilizando también vortex, por 45 min a 500 rpm. En el Método B, se emplearon cartuchos vacíos de SPE GRACE Extract-CleanTM SPE SAX insertando las membranas de PCL electrohiladas dentro dichos cartuchos. Se vertieron las soluciones de 25 ppm en cartuchos de 10 mL. Se obtuvo un flujo aproximado de 0.219 mL/min controlados por gravedad. Al finalizar la etapa de adsorción se vertieron 5 mL de metanol sobre los cartuchos para realizar la etapa de preconcentración. Se utilizó un espectrómetro UV-Vis (Thermo ScientificTM EvolutionTM 201/220) para registrar los espectros de absorción de los analitos de 200 nm a 740 nm. Los espectros se obtuvieron antes y después de los procesos de adsorción, así como después de la preconcentración utilizando agua y metanol como blancos. El análisis espectroscópico por FTIR de las membranas de

PCL reveló una banda a 1725 cm^{-1} , atribuida a la vibración del enlace carbonilo (-C=O) en la estructura de la policaprolactona (PCL). Se observan picos a 2940 y 2860 cm^{-1} relacionados con la vibración de enlaces -C-H de los grupos metileno, así como vibraciones de flexión en la región de $1390\text{-}1460\text{ cm}^{-1}$. A pesar de que la PCL no presenta enlaces hidroxilos, una pequeña señal a 3442 cm^{-1} puede atribuirse a la humedad. Estos resultados son consistentes con los reportados por Elzein et al. en su caracterización de PCL por FTIR. La morfología de las membranas de nanofibras, analizada por SEM, muestra una estructura fibrosa y desordenada, con fibras individuales de diámetro entre 1 y 3 micrómetros, caracterizada por una superficie irregular y estriada, lo que es esencial para su aplicación en procesos de absorción y preconcentración. El análisis termogravimétrico (TGA) de la PCL indica una buena estabilidad térmica, con un inicio de degradación por encima de 350°C . La curva de TGA muestra un pico a 443.85°C , correspondiente a un descenso del 62.7% en la masa, lo que coincide con resultados previos de Arbelaiz. Además, el análisis por XPS revela proporciones atómicas de C y O en la superficie de la membrana correspondiente a la PCL. La evaluación de la humectabilidad muestra que la superficie de la membrana es hidrófoba, con un ángulo de contacto de 123.10° , lo que refuerza su potencial capacidad adaptiva de analitos no polares. Las interacciones entre los analitos y las membranas electrohiladas de PCL evidencian en los resultados preliminares una diferencia en el comportamiento según la polaridad de los compuestos. Hubo una menor absorbancia para los analitos no polares en comparación con los polares. En el caso del método por vortex, los espectros UV-Vis mostraron un mejor desempeño para los analitos polares, mientras que para los no polares el método SPE presentó mayor eficiencia, reflejada en una mayor absorbancia. En cuanto a la preconcentración, ambos métodos retuvieron analitos polares y no polares; sin embargo, los polares mostraron una respuesta más destacada con el método por vortex, a diferencia del SPE. Esto confirma que los analitos pueden retenerse en la superficie y en la estructura porosa de las fibras de PCL electrohiladas, lo cual respalda la viabilidad de este material como fase adsorbente en ambos enfoques.

Keywords: Membranas Electrohiladas, Policaprolactona, Extracción en fase sólida

Acknowledgment:

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Alejandro Ávila, Dr. Davis Muñoz y al Dr. Julio Sánchez por su invaluable apoyo y colaboración en el trabajo presentado. Su orientación, experiencia y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo de este proyecto. Aprecio profundamente el tiempo y esfuerzo que han invertido en guiarme, así como su disposición para responder a mis preguntas. Me siento afortunada de haber tenido la oportunidad de aprender de ustedes y espero que sigamos colaborando en futuros proyectos.

Presenting author's email: A20223006@alumnos.uady.mx