



FORMACIÓN DE BIOPELÍCULAS SOBRE MEMBRANAS UTILIZADAS EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Catalina Andrade-Molinar^{1*}, María de Lourdes Ballinas-Casarrubias¹, Francisco Javier Solís-Martínez², Blanca Estela Rivera-Chavira¹, Germán Cuevas-Rodríguez³, Gpe. Virginia Nevárez-Moorillón¹. ¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Chihuahua Apdo. Postal 1542-C 31170 Chihuahua, Chih. Tel/Fax (614) 4144492, Correo electrónico: vnevare@uach.mx. ²Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Chihuahua. ³Universidad de Guanajuato

Palabras clave: *Biopelículas, biorreactores de membrana, bioensuciamiento.*

Introducción. En sistemas naturales, muchos microorganismos crecen sobre superficies en ambientes acuáticos formando biopelículas, que se encuentran enclaustradas en una matriz de exopolisacárido (EPS) (1). Estas biopelículas son importantes en la degradación de la materia orgánica para el tratamiento de aguas residuales; sin embargo, tienen un efecto negativo en los biorreactores de membrana utilizados para tratar el agua residual industrial y doméstica. La adhesión de los microorganismos a las membranas es un fenómeno denominado como bioensuciamiento, que provoca una pérdida en la eficiencia de filtración de las mismas (1). Por lo cual, es esencial realizar una selección adecuada de membranas a utilizar, que sean menos susceptibles al bioensuciamiento. Todo esto, por medio de técnicas sencillas y rápidas que permitan la caracterización de biopelículas sobre dichas membranas.

Metodología. Siete cepas bacterianas provenientes de dos plantas tratadoras de aguas residuales de la Ciudad de Chihuahua México, fueron caracterizadas en base a sus capacidades de degradación de carbohidratos, proteínas y lípidos (agar almidón, leche descremada y tributitina, respectivamente) (2). Además, se determinó la capacidad de producción de EPS en agar EPS (2). Se cuantificó la formación de biopelícula sobre microplacas de poliestireno y tubos de vidrio, por medio de la prueba de microplacas con cristal violeta (3). Posteriormente, se realizaron pruebas en reactores con membranas hidrofóbicas (Polisulfona), e hidrofílicas (Nitrocelulosa y membrana compuesta de Triacetato de Celulosa con Carbón activo al 1%), en condiciones de flujo de agua estático, por un periodo de diez días y con agua residual sintética estéril (DQO de 720 mg/L). Para caracterizar las biopelículas adheridas a las membranas, se determinaron la cantidad de microorganismos mesofílicos totales como lo especifica la Norma Oficial Mexicana (NOM-092-SSA1-1994). La extracción del EPS y la determinación de carbohidratos, se realizaron mediante el método con calor y por el método de Fenol-ácido, respectivamente (4). Además, las membranas fueron analizadas por microscopía electrónica de barrido (SEM), en un microscopio Jeol JSM-5800 LV (5).

Resultados y discusión. De las bacterias estudiadas, 4 degradaron lípidos, 6 carbohidratos, 5 proteínas y solamente 2 produjeron grandes cantidades de EPS. Todas las cepas mostraron una fuerte adhesión a vidrio, mientras que sólo 5

lo hicieron a plástico. Las diferencias en formación de biopelículas pueden depender del tipo de superficie a la cual se adhieren y que no están relacionadas con las capacidades de degradación de materia orgánica de las células bacterianas. Los experimentos realizados en reactores con estas bacterias, arrojaron resultados muy variados en base al tipo de membrana y al tipo de microorganismo presente. La cantidad de bacterias depositadas sobre las membranas oscilaron entre $<10.0 \text{ UFC/cm}^2$ y $4.16 \times 10^6 \text{ UFC/cm}^2$, mientras que la concentración de carbohidratos encontrados en el EPS de las biopelículas variaron entre 3.5 y $143 \mu\text{g/cm}^2$.

La microscopía electrónica reveló que las diferencias encontradas se debían a la formación de biopelículas con características diferentes. Con esta herramienta se corroboró que la técnica de conteo microbiano proporcionó resultados confiables en la mayoría de los experimentos, mientras que se encontraron algunas limitaciones en el proceso de extracción del EPS. Además, con SEM se observó que las bacterias son capaces de seleccionar una superficie a la cual adherirse, siendo la membrana de triacetato de celulosa compuesta con carbón activo, la más susceptible al bioensuciamiento irreversible.

Conclusiones.

Las técnicas empleadas son efectivas para la determinación de la presencia de biopelículas sobre los diferentes tipos de membranas, con fines de selección de las mismas.

Bibliografía

1. Ridway H. Y Flemming H. Tratamiento del Agua por Procesos de Membrana. Principios, procesos y aplicaciones. Capítulo 6. Bioensuciamiento de Membranas. Madrid, Mc Graw Hill Interamericana de España S.A.U, 1998.
2. Carrasco-Palafox J. 2002. Evaluación de la actividad microbiana en sistemas biológicos aerobios empleados en el tratamiento de aguas residuales. Tesis. Universidad Autónoma de Chihuahua.
3. Stepanović S., Vuković D., Dakić I., Savić B., Svabić -Vlahović M. A modified microtiter-plate test for quantification of staphylococcal biofilm formation. Journal of Microbiological Methods 40:175-179. 2000.
4. Zhang X., Bishop P., Kinkle B. 1999. Comparison of extraction methods for quantifying extracellular polymers in biofilms. Wat. Sci. Tech. 39: 211-218.
5. Chu H.P., Li X. 2005. Membrane fouling in a membrane bioreactor (MBR): Sudge cake formation and fouling characteristics. Biotechnology and Bioengineering. 90:323-331.