

Tratamiento de agua residual municipal por medio de reactores anaerobios con membranas

Los reactores que trabajan con microorganismos y una membrana filtrante son conocidos como biorreactores de membrana (BRM) y combinan un proceso biológico con un proceso físico de separación. Estos sistemas utilizan materiales filtrantes, en forma de membranas tubulares planas o como fibras huecas. Sus poros microscópicos retienen los sólidos que se encuentran en suspensión y en forma coloidal, incluidos los microorganismos, en el agua tratada previamente por el reactor biológico. Los biorreactores han demostrado además su utilidad en la remoción de huevos de parásitos intestinales y bacterias dañinas para el ser humano, que se encuentran en las aguas residuales. Los principales factores que favorecen la adopción de estos sistemas de filtración han sido: la alta calidad del agua tratada, el tamaño compacto de los sistemas y el bajo costo de las membranas en los últimos años.

La mayoría de las investigaciones y las aplicaciones comerciales de los BRM se ha hecho con procesos de tipo aerobio. Pocos son los trabajos realizados con reactores de tipo anaerobio (que no requieren oxígeno para su operación). Las principales ventajas de los procesos anaerobios sobre los aerobios son que no requieren energía eléctrica para transferir el oxígeno al medio de

reacción (aireación) y que producen menor cantidad de lodo (biomasa) de desecho.

Este trabajo buscó dar respuesta a los siguientes cuestionamientos: a) ¿es posible obtener agua tratada que cumpla con lo especificado en la norma mexicana después de remover del agua sucia parásitos intestinales, bacterias y materia orgánica utilizando reactores biológicos anaerobios con membrana?, b) ¿en qué medida el taponamiento de la membrana depende de la biomasa (microorganismos) y no de otras sustancias o

materiales, sean orgánicos o inorgánicos? La investigación se llevó a cabo en laboratorio y en piloto de escala mayor.

En un reactor de laboratorio (con capacidad de 2.5 litros), se evaluó la operación de dos reactores de membrana, trabajando en paralelo, alimentados con agua residual municipal. Se estudiaron distintos factores que afectan la operación del sistema; por ejemplo, la presión que se aplica sobre la membrana y la velocidad del agua que se hace pasar a través de la misma. El reactor de laboratorio reproduce en pequeña escala lo que podría suceder en la escala real. Esto nos permite efectuar ajustes en el sistema a un costo bajo.

El reactor piloto de 800 litros de volumen fue instalado en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Ciudad Universitaria. Está acoplado a una unidad de membranas tubulares de ultrafiltración, integrada por seis módulos de 3 metros de longitud. Cada módulo contiene siete membranas tubulares de 0.5 pulgadas de diámetro.

Con estos experimentos se demostró que es posible el uso de estos biorreactores, pues se logró alcanzar la calidad de agua requerida por la NOM-003-SEMARNAT-1997 para reúso urbano y se eliminaron los microorganismos patógenos que pueden producir enfermedades en el ser humano. Se identificó que la mayor parte del material que forma la película taponante es de naturaleza orgánica (alrededor del 80 %) y de ésta, sólo 5 % está formada por células de microorganismos. Lo anterior significa que las sustancias orgánicas extracelulares producidas por el reactor anaerobio y el material en suspensión o coloidal orgánico que viene en el agua residual y no es retenido por el reactor serían los principales causantes del taponamiento.

El sistema es fácil de operar. El principal inconveniente fue el taponamiento de las membranas y su pérdida de capacidad filtrante con el tiempo, a pesar de los lavados aplicados. Este punto es materia actual de investigación dentro del grupo.

Este es un sistema compacto que bien puede ser aplicado en el tratamiento de las aguas residuales de casa habitación, oficinas, centros comerciales e incluso ciudades. La evaluación económica preliminar indica que



Montaje experimental del reactor anaerobio con membrana



Planta piloto ubicada en la planta de tratamiento de CU

el sistema puede producir agua tratada de alta calidad a un costo todavía superior al de procesos convencionales, como los lodos activados seguidos de filtración con arena y desinfección. Los factores que encarecen el proceso estudiado son la energía eléctrica para producir el filtrado en las membranas y la reposición anual de las mismas. Se está trabajando en ambos aspectos para reducir su peso en el costo del metro cúbico de agua tratada por este sistema y hacerlo competitivo.

La investigación fue realizada con apoyo del CONACyT y la National Science Foundation (NSF) de los EUA (2003-CO3-42441). Para ello se contó con la colaboración de la doctora Sarina Ergas, de la Universidad de Massachusetts en Amherst. A partir de la participación en el proyecto, se graduaron dos estudiantes de maestría y se presentaron tres trabajos en congresos internacionales. Dos artículos están en preparación.

En esta investigación participan los técnicos académicos Juan Manuel Morgan y Margarita Cisneros, así como los estudiantes de maestría Miguel Herrera y Dulce Cid, dirigidos por el doctor Adalberto Noyola, quien es el jefe del proyecto.