

ELIMINACION BIOLÓGICA SIMULTÁNEA DE FENOL, SULFURO Y NITROGENO POR DESNITRIFICACION

Reyes-Avila Jesús⁽¹⁾, Jorge Gómez⁽²⁾, Razo-Flores Elías⁽¹⁾.

⁽¹⁾Instituto Mexicano del Petróleo. Programa de Biotecnología del Petróleo. Eje Central Lázaro Cárdenas 152, CP 07730 México D.F. Fax 30 03 77 05. E-mail: jrvila@imp.mx

⁽²⁾Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Depto. Biotecnología, México D.F.

Palabras clave: Desnitrificación, fenol, nitrato, sulfato, sulfuro

Introducción. En algunas corrientes de agua residual de procesos de refinación del petróleo es posible encontrar compuestos fenólicos, junto con concentraciones altas de compuestos nitrogenados y de sulfuro. La desnitrificación heterotrófica es un proceso biológico que elimina eficientemente materia orgánica y nitrato en forma de CO₂ y N₂ (1). Existen evidencias de que simultáneamente puede eliminarse también sulfuro en forma de azufre elemental o sulfato (2). De forma independiente se ha estudiado la degradación anaerobia de fenol con cultivos desnitrificantes (3). El objetivo de este trabajo fue evaluar un proceso desnitrificante heterotrófico en estado estacionario usando fenol como fuente de carbono y su capacidad para oxidar sulfuro.

Metodología. Se utilizó un reactor anaerobio agitado (250 rpm) de 2.5L, inoculado con 1.3 g SSV/L de un consorcio desnitrificante. El pH fue controlado en 7.5. El tiempo de residencia hidráulico fue de 2.8 d. Nitrato y fenol fueron adicionados como fuentes oxidante y reductora, respectivamente. El reactor operó con tres diferentes cargas volumétricas de fenol (23, 33.7 y 39.8 mg C-fenol/l-d) con una relación C/N de 0.89 (25.8, 37.9 y 44.6 mg N-NO₃/l-d). Manteniendo fija la C/N se alimentó el reactor con tres velocidades de carga de sulfuro, de modo que la relación S/N osciló entre 0.15 a 0.44. Nitrato, nitrito, sulfuro, tiosulfato y sulfato se cuantificaron por electroforesis capilar; amonio con electrodo selectivo; N₂, N₂O, CO₂ por cromatografía de gases y carbono orgánico con analizador de carbono total. El azufre elemental fue medido por cianólisis.

Resultados y discusión. El reactor fue operado inicialmente con fenol y nitrato en estado estacionario. En todos los casos se corroboró que el fenol fue mineralizado con una eficiencia de consumo de 100%. A las tres velocidades de carga de fenol el rendimiento desnitrificante (Y_{N2}) fue >0.9. Así mismo, en el biogas el principal componente fue N₂ y no hubo acumulación importante de intermediarios nitrogenados.

La alimentación con sulfuro (Tabla 1) a las tres velocidades de carga volumétrica (Q-S²⁻) no modificaron el Y_{N2}. Sin embargo, la mineralización de fenol hasta carbono inorgánico disminuyó a partir del segundo cambio,

acumulándose un intermediario orgánico. La eficiencia de eliminación de sulfuro fue del 100%, siendo el sulfato el producto principal de la oxidación. Azufre elemental se produjo en una cantidad mínima (<1.1 mg/l-d).

Tabla 1. Eficiencias de eliminación biológica de sustratos y rendimiento de productos. Alimentación: Q_{fenol} = 52 mg/l-d, Q_{N-NO3} = 44.6 mg/l-d.

Q-S ²⁻ inf. mg/l-d	% Eliminación				Rendimiento (Y)		
	Fenol	C-org	S ²⁻	NO ₃ ⁻	Y _{c-ino.}	Y _{SO4}	Y _{N2}
0	99.5	100	---	98.8	0.93	---	0.9
6.6	100	100	100	80.5	0.88	0.76	1.0
13.2	99.6	86.2	100	92.4	0.82	0.8	1.0
19.8	99.6	84.6	100	94.5	0.78	0.87	1.0

Y_{c-ino.}: rendimiento de producción de carbono inorgánico soluble; Y_{N2}: rendimiento desnitrificante; Y_{SO4}: rendimiento de producción de sulfato.

Conclusiones. La desnitrificación con fenol como fuente reductora no sufrió cambios en su eficiencia de consumo, ni en el Y_{N2} cuando fue alimentado con sulfuro como fuente alterna de electrones. El fenol fue oxidado a CO₂, el nitrato reducido a N₂ y el sulfuro oxidado a sulfato. Los resultados muestran que es posible eliminar simultáneamente fenol, nitrato y sulfuro en una sola etapa bajo condiciones de desnitrificación, lo cual tiene importantes implicaciones para el tratamiento de efluentes provenientes de la industria del petróleo.

Agradecimientos. Este trabajo fue financiado por el proyecto IMP D.00021 y CONACYT 35982-U.

Bibliografía.

- Matejů, V., Cizinská, S., Krejčić, J., Janoch, T. (1992). Biological water denitrification – a review. *Enzyme Microb. Tech.* 14, 170-83.
- Reyes-Avila, J., Razo-Flores, E., Gómez H.J. (2000). Simultaneous Biological Removal of Nitrogen, Carbon and Sulfur by Denitrification. In: *Proceedings of Seventh Annual International Petroleum. Environmental Conference.* Albuquerque, New Mexico. USA. November 7-10, 2000.
- Khoury N., Dott W. Kaempfer P. (1992). Anaerobic degradation of phenol in batch and continuous cultures by a denitrifying bacterial consortium. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 37: 4. 524-528.