



ELIMINACIÓN EN CONTINUO DE NONILFENOL EN UN BIORREACTOR ENZIMÁTICO DE MEMBRANA DE DOS ETAPAS

Jazmín Edith Méndez-Hernández¹, Gemma Eibes², Adriana Arca-Ramos², Thelmo Lú-Chau², Gumersindo Feijoo², María Teresa Moreira², Juan Manuel Lema², ¹Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, México D.F, 09430 ²Universidad de Santiago de Compostela, Departamento de Ingeniería Química, Santiago de Compostela, Galicia, España, 15782, mendez_jazmin@hotmail.com

Palabras clave: Nonilfenol, peroxidasa versátil, complejo de Mn³⁺

Introducción. Los etoxilatos de nonilfenol son surfactantes no iónicos ampliamente utilizados. Por lo tanto, cantidades importantes de estos compuestos llegan a las plantas tratadoras de aguas residuales (PTAR) en donde sólo se degradan parcialmente hasta nonilfenol (NP). El NP es capaz de inducir efectos biológicos adversos a su paso por los ecosistemas acuáticos y terrestres, de modo que la búsqueda de una tecnología eficiente y económica para eliminarlo resulta indispensable [3].

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eliminación en continuo del NP en un biorreactor enzimático de membrana utilizando una peroxidasa versátil (VP) como biocatalizador.

Metodología. El biorreactor de membrana consistió en dos compartimientos interconectados; el primero para la producción del complejo Mn³⁺-malonato por la VP (reactor enzimático: RE), y el segundo para aplicar el complejo de Mn³⁺ en la oxidación del NP (reactor de oxidación: RO) [4]. El RE (VP, 100 U/l) se acopló a una membrana de ultrafiltración lo que permitió el reciclaje de la VP. Los cofactores se añadieron en continuo (H₂O₂, 1.5 mM/h; malonato de sodio, 15 mM/h; MnSO₄, 1.5 mM/h) y el tiempo de residencia hidráulico (TRH) se ajustó a 50 min. El Mn³⁺-malonato producido se alimentó al RO (5.4 ml/min) de forma simultánea con la adición de NP (43.74, 0.74, 3.41 o 6.81 µM/h) en un efluente real (ER) o sintético (ES). El RO se operó a distintos TRH, a temperatura ambiente. Periódicamente se evaluó la actividad VP [1], la concentración de Mn³⁺-malonato [5] y la concentración residual de NP [2].

Resultados. La actividad VP en el RE se mantuvo estable (100 U/l durante 8 h) con una producción constante del complejo Mn³⁺-malonato de 998 µM/h (Fig. 1a). El complejo de Mn³⁺ se alimentó al RO de manera simultánea con un efluente sintético contaminado con NP (Tasa de alimentación del NP, 43.74 µM/h) (Fig. 1b). La eficiencia de eliminación del compuesto fue del 97 % con una tasa de eliminación de 42.43 µM/h).

Con la finalidad de simular condiciones ambientales, la alimentación del RO se sustituyó por un efluente real proveniente del clarificador secundario de una PTAR. El TRH en el RO se ajustó a 18.5 min, y después se disminuyó a 6.6 y 3.6 min. En los tres casos la eficiencia de eliminación del NP fue superior al 99% (Tabla 1).

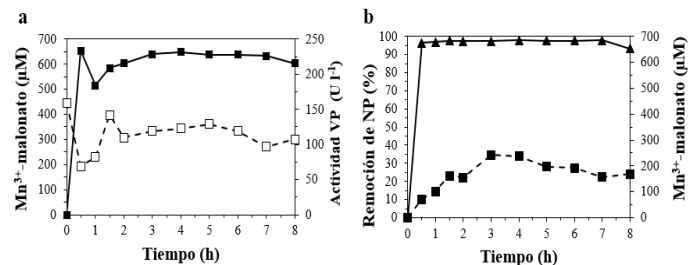


Fig. 1. Eliminación del NP en el biorreactor de membrana de dos etapas; alimentación: NP: 43.74 µM/h. **a** Actividad VP (□) y concentración de Mn³⁺-malonato (■) en el RE. **b** Concentración de Mn³⁺-malonato (■) y eliminación de NP (▲) en el RO.

Tabla 1. Eliminación del NP en el biorreactor de membrana de dos etapas alimentado con un efluente real (ER) o sintético (ES).

TE	HRT (min)	NP, influente (µM)	Tasa de alimentación de NP (µM/h)	Mn ³⁺ -malonato consumido (µM)	Eficiencia de eliminación (%)
ES	18.5	27	43.74	108	97
ER	18.5	0.454	0.74	118	99.5
ER	6.6	0.454	3.41	23	99.5
ER	3.6	0.454	6.81	17	99.2

TE: Tipo de efluente (sintético o real); ES: Efluente sintético, ER: Efluente real

Conclusiones. Se consiguió la eliminación casi completa del NP en continuo tanto en un efluente sintético como en uno real. El sistema propuesto presenta ventajas significativas con respecto a los reactores enzimáticos convencionales, por tanto, los resultados obtenidos deben ser considerados para el desarrollo de tratamientos más eficientes en la eliminación de dicho contaminante.

Agradecimiento. Agradecemos al CONACYT (Becario No. 224731) y al Ministerio de Ciencia e Innovación de España (MICINN, CTQ2013-44762-R).

Bibliografía.

- Mester, T., De Jong, E., Field, J. A. (1995). *Applied and Environmental Microbiology*, 61: 1881–1887.
- Rodríguez, I., Quintana, J. B., Carpinteiro, J., Carro, A. M., Lorenzo, R. A., Cela, R. (2003). *Journal of Chromatography A*, 985, 265–274.
- Soares, A., Guieysse, B., Jefferson, B., Cartmell, E., Lester, J. N. (2008). *Environment International*, 34, 1033–1049
- Taboada-Puig, R., Lú-Chau, T., Eibes, G., Moreira, M. T., Feijoo, G., Lema, J. M. (2011). *Biotechnology Progress*, 27, 668–676.
- Wariishi, H., Valli, K., Gold, M. H. (1992). *Journal of Biological Chemistry*, 267, 23688–23695.