

GENERACIÓN MICROBIOLÓGICA DE HIDRÓGENO. UNA EXPERIENCIA QUE VINCULA DOS DISCIPLINAS DE LA CARRERA DE FARMACIA

Juan José Martínez Medina y Libertad Leonor López Tévez

Universidad Nacional del Chaco Austral, Comandante Fernández N° 755, CP 3700, Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, Argentina. e-mail: juanjoc_mm09@yahoo.com.ar.

Introducción

En la sociedad actual, la demanda energética crece día tras día. El petróleo, sus derivados y el carbón son las principales fuentes energéticas pero provocan un importante impacto ambiental en nuestro planeta. El uso indiscriminado de estas fuentes energéticas no renovables hace necesaria la búsqueda de nuevos recursos que los suplanten y que sean baratos, limpios y renovables. En este contexto, el hidrógeno se empieza a considerar como una fuente renovable de energía más eficiente que el petróleo en cuanto a poder calorífico e incapaz de causar fuertes impactos ambientales. Sin embargo, al extraer hidrógeno del gas natural se liberan grandes cantidades de CO₂ durante dicho proceso. Una alternativa a esta fuente de producción sería la electrolisis de la molécula de agua pero para llevar a cabo la ruptura de la molécula necesitaríamos recurrir a energías no renovables [1].

No obstante, si incursionamos en el mundo microbiano podemos encontrar un grupo de bacterias entéricas denominadas coliformes que son capaces de producir enormes cantidades de hidrógeno como resultado final de su metabolismo fermentativo. La fermentación de azúcares por el grupo de las bacterias entéricas comienza con la glucólisis que da lugar a la producción de ácido pirúvico, que mediante carboxilaciones y reacciones de óxido-reducción genera formiato (entre otros ácidos) y la descomposición del mismo es la responsable de la producción de hidrógeno. Las bacterias pertenecientes a los géneros *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *Yersinia*, *Vibrio* y *Photobacterium* presentan la enzima formicohidrogenilasa que rompe la molécula de ácido en de dióxido de carbono e hidrógeno [1]. *Escherichia coli* es una bacteria interesante para la producción de hidrógeno porque comparada con las demás bacterias mencionadas ella crece rápidamente en ambientes aeróbicos (tolera el oxígeno) y además está bien caracterizada fisiológica y bioquímicamente [2].

En la literatura podemos encontrar algunas publicaciones que buscan seleccionar el perfil genético de las cepas de *Escherichia coli* portadoras de esta enzima o incluso mejorarlo para producir cantidades considerables del gas hidrógeno [3,4]. También se reporta la expresión de la enzima de *E.coli* en levaduras mediante procesos de ingeniería genética [5].

Objetivos

Demostrar la producción de hidrógeno a partir de la fermentación producida por la bacteria *Escherichia coli* ATCC 35218. Además se pretende vincular las cátedras Química Inorgánica y Microbiología e Inmunología de la carrera de Farmacia de la UNCAus en un laboratorio que abarca conceptos de ambas áreas.

Materiales y Métodos

Se diseñaron varios dispositivos para demostrar que el hidrógeno generado por bacterias como la *E. coli* puede reducir una solución de permanganato de potasio dejándola incolora o al menos con una tonalidad correspondiente a estados de oxidación menores que los del testigo.

De todos los dispositivos diseñados solo uno resultó propicio para demostrar la producción de hidrógeno por bacterias, el mismo consta de un kitasato al que se adosa una manguera en la tubuladura lateral (tubo de desprendimiento) y un tubo de vidrio en el extremo libre de la manguera. El dispositivo es completamente cerrado y debe armarse bajo cabina de flujo laminar como se detalla a continuación. Se siembra el inóculo de *E. coli* en el kitasato que contiene caldo Mc-Conkey doble concentración, se coloca el tapón y se adosa la manguera de desprendimiento. El extremo libre de la manguera se sumerge en la solución de permanganato de potasio, la cual se encuentra en un tubo de ensayo envuelto en papel de aluminio. Luego se lleva el dispositivo a la incubadora y se deja 24 a 48 hs. a 37 °C. Además, se coloca en la incubadora un tubo con la solución indicadora no conectado al dispositivo y envuelto en papel de aluminio para que sirva como testigo.

A medida que se genera el hidrógeno, el mismo burbujea en la solución de permanganato de potasio y logra decolorarla demostrando así el poder reductor del hidrógeno.

No obstante, para el éxito de este laboratorio, deben tomarse precauciones como ser: preparar las soluciones de permanganato de potasio con agua y material de vidrio libres de materia orgánica y polvo, y proteger dicha solución de la luz.

Resultados y Conclusiones

El laboratorio de generación microbiológica de hidrógeno resultó útil para demostrar que ciertas sustancias inorgánicas pueden tener origen biológico. Además se logró familiarizar al alumno con el material típico de un trabajo microbiológico y articular dos asignaturas distintas resaltando la importancia del aprendizaje basado en el anclaje de nuevos conceptos sobre otros ya asimilados en materias precedentes en la carrera de Farmacia.

La importancia de esta experiencia de laboratorio y de otras similares radica en el hecho de que mediante una rudimentaria tecnología de laboratorio se puede poner de manifiesto el funcionamiento de un fermentador industrial para la producción de un recurso energético de envergadura internacional [1].

Referencias

- [1] J.P. López Pérez. Microbiología de la producción de hidrógeno. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (2), 201-204, 2011.
- [2] P. Bakonyi, N. Nemestóthy, É. Lövitusz, K. Bélafi-Bakó. Application of Plackette-Burman experimental design to optimize biohydrogen fermentation by *E. coli* (XL1-BLUE) *International Journal of Hydrogen Energy* 36, 13949-1395, 2011.
- [3] S. Kim, E. Seol, Y. Oh, G.Y. Wang, S. Park. Hydrogen production and metabolic flux analysis of metabolically engineered *Escherichia coli* strains. *International Journal of Hydrogen Energy* 34, 7417-7427, 2009.
- [4] L.M. Rosales-Colunga, E. Razo-Flores, L.G. Ordoñez, F. Alatraste-Mondragón, A. De León-Rodríguez. Hydrogen production by *Escherichia coli* $\Delta hycA \Delta lacl$ using cheese whey as substrate. *International Journal of Hydrogen Energy* 35, 491-499, 2010.
- [5] Z. Waks, P.A. Silver. Engineering a Synthetic Dual-Organism System for Hydrogen Production. *Applied and Environmental Microbiology* 75(7):1867, 2009.