

17/04/2015

Producción biológica de hidrógeno y energía a partir de aguas residuales



Investigadores del Departamento de Ingeniería Química de la UAB han logrado obtener energía eléctrica e hidrógeno de manera eficiente a partir del proceso de depuración de aguas residuales. El sistema propuesto, publicado en *Water Research*, utiliza bacterias que consumen la materia orgánica y producen una corriente eléctrica que permite la producción de hidrógeno, el vector energético del futuro. Los resultados apuntan hacia un desarrollo a escala industrial de esta tecnología, si bien antes hay que afrontar algunos obstáculos técnicos.

Autor: iStockphoto/CarpathianPrince.

Actualmente existen tratamientos que permiten la purificación de las aguas residuales para conseguir efluentes que se pueden verter sin problemas en mares o ríos sin comprometer al medio ambiente. Sin embargo, se tratan generalmente de tecnologías con un elevado coste energético, mayoritariamente de aireación y bombeo, y con un elevado coste económico del tratamiento de los residuos generados, principalmente lodos de depuradora. Por otra parte, las aguas residuales contienen una gran cantidad de energía química en forma de materia orgánica contaminante. El objetivo de esta investigación es recuperar, en forma de hidrógeno, la energía contenida en estas aguas residuales y así *matar dos pájaros de un tiro*, ya que se eliminaría eficientemente la materia orgánica de las aguas residuales y, no sólo se lograría reducir el consumo energético del proceso de depuración, sino que se obtendría energía a partir de este

residuo.

La clave del proyecto propuesto es la utilización de unas bacterias muy especiales, las bacterias exoelectrógenas, que son capaces de oxidar la materia orgánica, transferir los electrones resultantes de la oxidación al exterior de la célula y cederlos a un electrodo sólido externo. Si aprovechamos esta habilidad, las podemos hacer trabajar como una pila eléctrica y así conseguir la circulación de corriente simultánea a la degradación de materia orgánica proveniente del agua residual. Para conseguir la reacción de oxidación en el ánodo de la pila donde actúan los microorganismos exoelectrógenos, hay que provocar una reacción de reducción en el cátodo de la pila. Si en el cátodo hay protones, podemos aprovechar los electrones generados para producir hidrógeno, el vector energético del futuro. Sólo es necesario añadir un poco de energía en forma de voltaje al sistema (mucho menos de la necesaria para la electrólisis del agua) para que funcione, pero se recupera más energía en forma de hidrógeno, consiguiendo por tanto generación neta de energía. Estos dispositivos se llaman celdas microbianas de electrólisis (*Microbial Electrolysis Cells*, MEC) y actualmente es una tecnología muy joven y prometedora que se está desarrollando a nivel de laboratorio.

El grupo de investigación en Bioelectroquímica del Departamento de Ingeniería Química de la UAB lleva más de 5 años con estudios enfocados a la mejora de la eficiencia energética de las MEC y a la viabilidad de su escalado para acelerar su aplicación a escala real. Los resultados a nivel de laboratorio son muy prometedores y demuestran que estos sistemas tendrían un nicho de mercado a escala industrial, pero todavía hay obstáculos técnicos que afrontar antes de este escalado. Uno de estos obstáculos es la utilización de aguas reales, ya que, antes de la investigación desarrollada, la mayor parte de los resultados se habían obtenido con aguas sintéticas muy biodegradables. Por este motivo dos de los trabajos enmarcados en la tesis de la Dra. Nuria Montpart se han enfocado a la producción biológica de hidrógeno ligada al tratamiento de aguas residuales con sustratos complejos tales como metanol, residuos lácteos, almidón y glicerol. El objetivo de estos trabajos ha sido recuperar la mayor parte posible de la energía contenida en estos residuos en forma de hidrógeno. Para ello, se ha seleccionado un consorcio microbiano que es capaz de transformar estos sustratos complejos en compuestos más simples que pueden ser degradados por los microorganismos exoelectrógenos.

Los resultados han sido muy positivos y se han conseguido intensidades de corriente y velocidades de producción de hidrógeno muy elevadas a partir de la depuración de estas aguas residuales. A largo plazo, la celda MEC alimentada con residuos lácteos dio los mejores resultados tanto en términos de intensidad de corriente (150 amperios por metro cúbico de celda), producción de hidrógeno (0.94 metros cúbicos de hidrógeno por metro cúbico de reactor y día) y recuperación de electrones en el cátodo (91%), y todo ello con un voltaje aplicado de sólo 0.8 V. Estos resultados hacen más factible el desarrollo industrial de esta tecnología y por tanto la creación de sistemas de tratamiento de aguas residuales productoras de energía en forma de hidrógeno.

Albert Guisasola i Canudas

Grupo de Tratamiento Biológico de Efluentes Líquidos y Gasosos. Eliminación de Nutrientes, Olores y Compuestos Orgánicos Volátiles (GENOCOV)

Departamento de Ingeniería Química

albert.guisasola@uab.cat

Referencias

Montpart, N.; Rago, L.; Baeza, J.A.; Guisasola, A. Hydrogen production in single chamber microbial electrolysis cells with different complex substrates. *Water Research*. 2015, vol. 68, p. 601-615. doi: 10.1016/j.watres.2014.10.026.

Montpart, N.; Ribot-Llobet, E.; Garlapati, V.K.; Rago, L.; Baeza, J.A.; Guisasola, A. Methanol opportunities for electricity and hydrogen production in bioelectrochemical systems. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2014, vol. 39, num. 2, p. 770-777. doi: 10.1016/j.ijhydene.2013.10.151.

[View low-bandwidth version](#)