

Resumen

La conversión de energía química en eléctrica es posible en ciertos dispositivos electroquímicos denominados celdas de combustible, donde la electricidad se obtiene a partir de una fuente externa de combustible química que suele ser hidrógeno o etanol. Una variante reciente de esta celda de combustible es la celda microbiana de biocombustible (CMB). En las CMB se utilizan microorganismos para oxidar el combustible, materia orgánica, y transferir los electrones a un electrodo (ánodo), que está conectado a un cátodo a través de un material conductor que contiene una resistencia. Las cámaras que albergan estos electrodos, la anódica (anaerobia) y la catódica (aerobia), están comunicadas por una membrana de intercambio catiónico que permite el paso de protones. De esta forma, los protones generados en la oxidación de la materia orgánica se combinan con oxígeno y con los electrones que llegan al cátodo para formar agua. Existe también la posibilidad de alojar una CMB en un hábitat natural y obtener energía eléctrica a partir de las comunidades microbianas naturales. En este caso, el diseño recibe el nombre de celda microbiana de biocombustible sedimentaria y requiere el enterramiento del ánodo en un sedimento anaerobio que hace las veces de cámara anódica, mientras que el cátodo queda expuesto en la fase acuosa aeróbica que cubre el sedimento.

Las CMB resultan ser una opción prometedora para la generación de energía renovable que se pueda emplear como electricidad. Se han logrado avances importantes para incrementar la eficiencia de estos dispositivos tanto para la generación de electricidad como para la producción de hidrógeno. Una gran variedad de sustratos se han empleado en el ánodo para la generación de energía, incluyendo acetato, celulosa, aguas residuales municipales e industriales, etc. Se ha mejorado la tecnología y funcionamiento de la celda misma, sin embargo un factor común y que tiene gran relevancia, es la formación de la biopelícula microbiana en el ánodo. Se han identificado y caracterizado el tipo de organismos que conforman los consorcios bacterianos que participan en la formación de la biopelícula y de manera importante en el aporte de energía. Aunque existen estudios de la ecología microbiana de dicha biopelícula, las relaciones entre los miembros de las comunidades microbianas y como contribuyen al flujo de electrones del ánodo al cátodo, aun no están completamente comprendidas, así como los mecanismos que favorecen su formación y los procesos metabólicos que intervienen en su establecimiento.

En esta tesis se presenta una investigación monográfica de las CMB. Debido a que no existe algún libro que aborde este tema, la información contenida en esta es una recopilación de información contenida en una gran cantidad de artículos internacionales de investigaciones en el mundo que abordan el tema de las CMB. Los artículos dedicados al estudio de las CMB son numerosos, pero los autores de éstos es un grupo pequeño de científicos extranjeros y mexicanos.

En este trabajo se pretende dar una descripción histórica de las CMB, así como de su definición, caracterización, avances y aplicaciones potenciales. Se presentan datos relevantes en lo referente a la generación de electricidad, tamaños y eficiencias. La comparación entre CMB se debe manejar con reserva debido a que el desarrollo de esta tecnología está todavía en sus comienzos, los diseños deben ser estudiados y optimizados y no existe un estándar para comparar las CMB entre sí.

Introducción

Como suele ocurrir con muchas cuestiones científicas que hoy nos parecen novedosas, las primeras observaciones tuvieron lugar mucho tiempo atrás. Así, el primer ejemplo de actividad eléctrica con microorganismos fue mostrado por Potter en 1910; en sus experimentos recurrió a cultivos de *E. coli* y electrodos de platino para generar corrientes eléctricas que por su pequeña magnitud pasaron desapercibidas para la comunidad científica. Este tipo de procesos no despertó el interés hasta la década de los años ochenta, con la utilización de mediadores redox solubles que aumentaban la producción de corriente y la potencia de estos sistemas. Los mediadores redox son compuestos solubles que actúan transportando los electrones desde la bacteria hasta el electrodo, reoxidándose y quedando disponibles de nuevo para ser reducidos por los microorganismos. Normalmente son de naturaleza metalorgánica o colorantes, como el rojo neutro, el azul de metileno, la tionina, la 2-hidroxi-1,4-naftoquinona.

Los análisis de comunidades microbianas asociadas a los ánodos de las CMB muestran una gran biodiversidad de géneros bacterianos dependiendo de la naturaleza del inóculo, del combustible y del tipo de CMB utilizada. A pesar de ello, en la mayoría de los casos no se puede asegurar qué organismo muestra una participación activa en el proceso electrogénico ya que parte de esa población recurre probablemente a metabolismos alternativos como fermentaciones del combustible utilizado, y el ánodo es sólo un soporte físico sobre el que crecer. En cambio, cuando se utilizan celdas sedimentarias, tanto en sedimentos marinos como de agua dulce, sí parece existir un consenso que identifica a las δ -proteobacterias, y en concreto a la familia *Geobacteraceae*, como los microorganismos dominantes, con probada actividad electrogénica cuando se ensayan utilizando cultivos puros.

La gran revolución en el campo de las CMB se ha producido en el último lustro, con el descubrimiento de microorganismos electrogénicos que son capaces de transferir los electrones al ánodo en ausencia de mediadores redox artificiales. De esta manera, se eliminan los problemas de toxicidad en los dispositivos electroquímicos y los medios utilizados quedan restringidos al combustible orgánico que se desee utilizar y al microorganismo que actúe como catalizador biológico.

Objetivo general

Conocer el origen, avances recientes y aplicaciones para la generación de energía a partir de las celdas microbianas de biocombustible (CMB) realizando una investigación sobre las investigaciones nacionales e internacionales

Objetivos específicos

- Conocer el panorama pasado y presente de las CMB
- Conocer el beneficio que se obtiene con la implementación de las CMB
- Revisar los avances en México y de otros países sobre el uso de las CMB
- Conocer como se realizaron las investigaciones realizadas sobre las CMB