

Estudio de la aplicabilidad de celdas de combustible basadas en la levadura *Saccharomyces cerevisiae* para la degradación de mascarillas quirúrgicas acoplada a la producción de electricidad

Pablo Luengo Martín

Colegio Liceo Europeo

Introducción

La pandemia de la COVID-19 nos ha dejado con un nuevo problema medioambiental: toneladas de mascarillas desechables que acaban en el agua de ríos y mares. Diseños conocidos como celdas de combustible microbianas (CCMs) se han aplicado para producir electricidad a partir de microorganismos, que generalmente usan sustratos simples como la glucosa como alimento, como es el caso de *S.cerevisiae*, aunque nuevas vías de investigación sugieren su aplicabilidad para tratar aguas residuales. Por esto, este trabajo está centrado en determinar si un microorganismo tan fácilmente accesible como *S.cerevisiae* puede degradar un residuo orgánico complejo como las mascarillas quirúrgicas, produciendo energía eléctrica al mismo tiempo.

Hipótesis

La levadura *S.cerevisiae* puede degradar mascarillas quirúrgicas produciendo simultáneamente energía eléctrica de forma continuada a lo largo de 25 días.

Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es conocer de cerca las reacciones metabólicas de los microorganismos que pueden llevar a la degradación de polímeros complejos como los que componen una mascarilla. Otro objetivo es diseñar distintos modelos de celdas de combustible microbianas y entender cómo funcionan estos y si son sostenibles a largo plazo. El último objetivo es lograr producir energía eléctrica de una forma beneficiosa para el medio ambiente.

Metodología

Para poder verificar la hipótesis, el grupo experimental se comparó con un control en el que no había inoculada *S.cerevisiae*. En ambos grupos se mantuvieron constantes condiciones como el pH y la temperatura, para asegurar que la única variable independiente fuera la presencia de levaduras. Las celdas están formadas por dos cámaras, un ánodo anaeróbico y un cátodo aeróbico, conectadas por un puente salino que permite el paso de electrones. Se probaron dos configuraciones diferentes, un diseño general y uno simplificado, el último de los cuales se construyó con materiales fácilmente accesibles como tubos de PVC y botellas reutilizadas, para poder comparar

su eficiencia. Durante el experimento, se midió el voltaje y la corriente para calcular la eficiencia eléctrica, y se determinó la variación en la turbidez y la demanda química de oxígeno del medio con los residuos de mascarillas, parámetros que, si disminuyen a lo largo del experimento, pueden indicar la degradación u oxidación de los sólidos en suspensión. Al acabar la parte experimental, se pesaron de nuevo los residuos de mascarilla introducidos después de dejarse secar en un desecador para determinar si su masa seca había disminuido, lo que indicaría la degradación de estos residuos.

Resultados

Inicialmente, se observaron las tendencias del grupo experimental y control para ambos diseños en la producción de voltaje y corriente, además de la turbidez y la demanda química de oxígeno, mediante diagramas de dispersión. Estos muestran una tendencia ascendente en el voltaje y corriente en ambos diseños experimentales, llegando a valores de 90 mW de potencia, y una tendencia descendente para la turbidez y la demanda química de oxígeno. Para el control, todos estos parámetros permanecieron principalmente estables. A continuación se llevó a cabo el test estadístico t de Student, con significación estadística del 5%, para ver si las diferencias observadas entre grupo control y experimental son estadísticamente significativas. Esto se pudo confirmar para el voltaje, la corriente, la eficiencia eléctrica y la demanda química de oxígeno, lo que indica que, al haberse controlado el resto de variables, la variación en estos parámetros se ha producido por la actividad de los microorganismos en la celda de combustible. Además, la masa seca de los residuos de mascarilla disminuyó un 49% y un 56% en los diseños experimentales testados, frente a un 9% en el control.

Conclusiones

Al finalizar el trabajo, la hipótesis ha quedado verificada. Siguiendo este diseño experimental, *S.cerevisiae* podría degradar residuos como las mascarillas quirúrgicas produciendo energía eléctrica de forma continua. Por tanto, este estudio abre la puerta al uso de microorganismos ampliamente disponibles y no-patogénicos como este para degradar residuos contaminantes incluso en países con falta de infraestructura, pudiendo ayudar a resolver el problema del tratamiento de residuos. Pienso que este proyecto me ha ayudado a aplicar mis conocimientos y, sobretodo, a adquirir muchos nuevos, por ejemplo, que la actividad de enzimas como las β -D-glucosidasas, podrían explicar la degradación de estos residuos. Por estas razones creo que este proyecto ha contribuido a mi crecimiento personal como estudiante.

Bibliografía

1. G. Stokes "No shortage of surgical masks at the beach" (Oceans Asia, 2020). <https://oceansasia.org/beach-mask-coronavirus/> (11/10/2020).
2. Crespi, M., Huertas, J.A. Determinación simplificada de la demanda química de oxígeno por el método del dicromato. *Tecnología del Agua*, 13 (1984), 35-40.
3. Salari, R., & Salari, R. (2017). Investigation of the Best *Saccharomyces cerevisiae* Growth Condition. *Electronic physician*, 9(1), 3592–3597. <http://www.ephysician.ir/2017/3592.pdf> (22/10/2020).
4. Liu, Wf., Cheng, Sa. Microbial fuel cells for energy production from wastewaters: the way toward practical application. *J. Zhejiang Univ. Sci. A* 15, 841–861 (2014). <https://doi.org/10.1631/jzus.A1400277> (3/11/2020)
5. López, J. (2014). Desarrollo de una celda de combustible microbiana (CCM) para aplicación en tratamiento de aguas residuales (Doctorado). Centro de investigación y desarrollo tecnológico en electroquímica.
6. Aelterman P, Rabaey K, Pham HT, Boon N, Verstraete W. Continuous electricity generation at high voltages and currents using stacked microbial fuel cells. *Environ Sci Technol*. 2006 May 15;40(10):3388-94. [https://doi.org/10.1021/es0525511\(4/11/2020\)](https://doi.org/10.1021/es0525511(4/11/2020)).
7. Longo, Carina & Savaris, Michele & Zeni, Mara & Brandalise, Rosmary & Grisa, Ana. (2011). Degradation Study of Polypropylene (PP) and Bioriented Polypropylene (BOPP) in the Environment. *Materials Research*. 14. 442-448.
8. Abatenh E, Gizaw B, Tsegaye Z, Wassie M (2017) The Role of Microorganisms in Bioremediation- A Review. *Open J Environ Biol* 2(1): 038-046. DOI: 10.17352/ojeb.000007 (11/12/2020).
9. Arias, A., Barrio, E., Belloch, C., Quilama, E. and Querol, A., n.d. Caracterización fisiológica y enzimática de *Saccharomyces cerevisiae* aisladas de masato, bebida fermentada tradicional de Perú. Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, [online] 139(1), p.1. https://smbb.mx/congresos%20smbb/acapulco09/TRABAJOS/AREA_X/OX-04.pdf (23/11/2020).
10. Ramírez, Pablo, & Cocha, Juana María. (2003). Degradación enzimática de celulosa por actinomicetos termófilos: aislamiento, caracterización y determinación de la actividad celulolítica. *Revista Peruana de Biología*, 10(1), 67-77 ISSN 1727-9933.