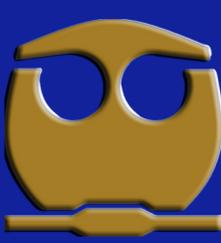


Aplicaciones de la edición genómica en la industria biotecnológica

Bioquímica General
Facultad de Química, UNAM

· Ponce Gonzáles Ana Paula · Torres Gracida Daira Yaminetti ·

Este trabajo es
parte del proyecto
PAPIME PE202023



INTRODUCCIÓN

Las técnicas de modificación genética proporcionan **diversas aplicaciones** que abarcan desde la generación de animales transgénicos hasta el análisis funcional de genes, el desarrollo de modelos para enfermedades y la innovación de producción de fármacos [1]. En este contexto, la **industria biotecnológica** aplica herramientas basadas en la biotecnología a procesos industriales tradicionales, así como a la fabricación de productos derivados de materias primas renovables, como combustibles, productos químicos y plásticos[2]. Respecto a la **edición genómica** destacan estrategias como las nucleasas "programables", como: meganucleasas, nucleasas con dedos de zinc, nucleasas efectoras similares a activadores de la transcripción, y el sistema CRISPR/Cas-9. Tecnologías que han permitido la manipulación precisa del genoma, transformando la biotecnología industrial y redefiniendo la producción de productos biológicos a escala molecular[1].

DEFINICIONES

- **Biotecnología:** Aplicación de la ciencia y la ingeniería en el uso de organismos vivos, en sus formas naturales o modificadas. Forma innovadora para la producción de bienes y servicios o para la mejora de procesos industriales existentes[3].
- **Edición genómica:** Altera segmentos particulares del ADN en el genoma de diferentes especies, con la finalidad de corregir mutaciones, generar nuevas o evitar la expresión de genes que carezcan de interés biológico o comercial[4].
- **CRISPR-Cas:** Desarrollado en 2013, es una avanzada herramienta de edición genómica que utiliza secuencias de ADN bacteriano (CRISPR) junto con proteínas (Cas) para lograr cortes precisos en el ADN. Esto permite la **inserción de genes o modificaciones nucleotídicas**. Comparado con técnicas previas como TALEN o ZFN, CRISPR-Cas9 es más preciso, asequible, seguro y técnicamente accesible, marcando un avance significativo en la ingeniería genética[5].



APLICACIONES

Producción de biocombustibles

Ejemplo: Los **microorganismos, modificados genéticamente**, son ideales para la producción eficiente de biocombustibles. CRISPR-Cas con su precisión, permite la modificación genómica, **facilitando la manipulación de diversas etapas en la producción de biocombustibles**, como la conversión de biomasa y la mejora de la tolerancia a solventes[6].

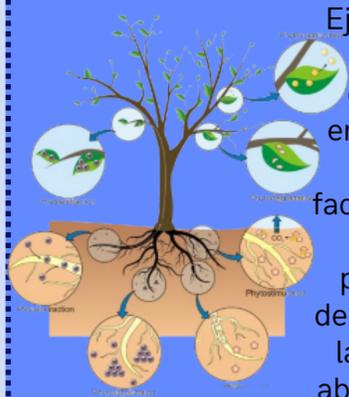


Microorganismos para la Industria Alimentaria

Ejemplo: *Aspergillus oryzae* es un hongo filamentoso utilizado en la industria tradicional japonesa, en la producción de sake, salsa de soja y miso, **produce grandes cantidades de proteínas**, la edición genómica con CRISPR/Cas9 ha transformado su producción de enzimas **mejorando la eficiencia en la secreción de proteínas heterólogas** (diferentes a las del huésped original) [7].



Biorremediación



Ejemplo: La **fitorremediación** es una estrategia de biorremediación que emplea plantas para eliminar, degradar o acumular contaminantes en el suelo, el agua o el aire. Para **potenciar su capacidad de absorber contaminantes** y facilitar su descomposición, la edición genómica permite mejorar las características de las plantas en fitorremediación, como el aumento de la biomasa, el desarrollo de raíces extensas y la expresión de genes específicos facilitando la absorción y detoxificación de contaminantes[8].

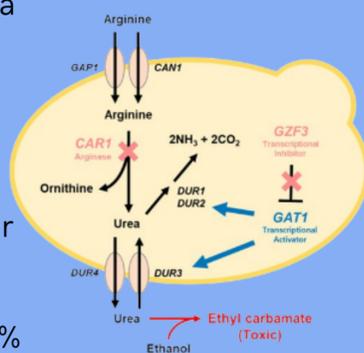
Producción de Biomateriales



Ejemplo: Los polihidroxialcanoatos (PHA) son biopolímeros sintetizados por bacterias. La optimización de sitios de unión a ribosomas, promotores e integración cromosómica, junto con la ingeniería de la morfología y el comportamiento de crecimiento celular, ha avanzado la **eficiencia en la producción de PHA**. Utilizando CRISPR/Cas9, se logra mejorar la vía sintética de PHA y controlar las formas celulares, permitiendo obtener PHA con pesos moleculares y composiciones controladas, mayor acumulación y facilitando el procesamiento posterior[9].

Optimización de Procesos Fermentativos

Ejemplo: Se utiliza la edición genómica para mejorar la seguridad de las bebidas alcohólicas al disminuir la presencia de etil carbamato (EC). Usando CRISPR/Cas9, se crea una cepa de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* que elimina genes clave como CAR1 y GZF3, sin afectar los perfiles de alcohol. En un estudio aplicado en la producción de la bebida Makgeolli, se logró una reducción del 41.6% en comparación con la cepa natural[10].



Producción de Medicamentos

Ejemplo: CRISPR-Cas aplicado a probióticos permite la modificación genética para crear cepas personalizadas y mejorar propiedades fisiológicas. La presencia de sistemas CRISPR-Cas endógenos en cepas de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* facilita su manipulación genómica. La ingeniería genética de probióticos abre oportunidades para entender mejor las interacciones con el huésped y las comunidades microbianas[11].



BIFIDOBACTERIUM



LACTOBACILLUS

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Aunque se ha logrado éxito hasta ahora, las técnicas de edición del genoma aun enfrentan ciertas dificultades, por ello es esencial superar estos desafíos antes de poder aprovechar completamente el potencial de la edición genómica. El avance de la tecnología de secuenciación de próxima generación abrirá nuevas y significativas aplicaciones clínicas. Estas incluyen la producción de productos médicos personalizados, la eliminación de enfermedades genéticas en seres humanos, la gestión de enfermedades como el SIDA y el cáncer, además de mejoras en la agricultura y la producción alimentaria.

REFERENCIAS

1. Erickson, B., Nelson, J. E., & Winters, P. (2011). Perspective on opportunities in industrial biotechnology in renewable chemicals. *Biotechnology Journal*, 7(2), 176–185. <https://doi.org/10.1002/biot.201100069>
2. Khalil, A. M. (2020). The genome editing revolution: review. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s43141-020-00078-y>
3. Hugo, H. F. (s. f.). Biotecnología. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-22592010000300001&script=sci_arttext
4. Heredia, M. L. (2022, 2 diciembre). Entre las promesas de desarrollo y las prácticas con edición genética: la innovación biotecnológica en la periferia. Repositorio Institucional de la UNSAM. <https://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/2035>
5. Janeth, O. T. M. (2018, 21 septiembre). La edición genómica como herramienta para la biotecnología del futuro. <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/21475>
6. Shanmugam, S., Ngo, H., & Wu, Y. (2020). Advanced CRISPR/CAS-based genome editing tools for microbial biofuels production: a review. *Renewable Energy*, 149, 1107–1119. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.10.107>
7. Maruyama, J. (2021). Genome editing technology and its application potentials in the industrial filamentous fungus *Aspergillus oryzae*. *Journal of Fungi*, 7(8), 638. <https://doi.org/10.3390/jof7080638>
8. Agarwal, P., & Rani, R. (2022). Strategic management of contaminated water bodies: Omics, genome-editing and other recent advances in phytoremediation. *Environmental Technology and Innovation*, 27, 102463. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2022.102463>
9. Zhang, X., Lin, Y., Wu, Q., Wang, Y., & Chen, G. (2020). Synthetic Biology and Genome-Editing Tools for improving PHA Metabolic Engineering. *Trends in Biotechnology*, 38(7), 689–700. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2019.10.006>
10. Jung, J., Kang, M., Hwang, H., Baek, K., & Seo, S. (2022). Reduction of ethyl carbamate in an alcoholic beverage by CRISPR/CAS9-Based genome editing of the wild yeast *Fusarium*. *Food Science and Biotechnology*, 31(1), 102. <https://doi.org/10.3390/foods12010102>
11. Wei, J., & Li, Y. (2023). CRISPR-based gene editing technology and its application in microbial engineering. *Engineering Microbiology*, 3(4), 100101. <https://doi.org/10.1016/j.engmic.2023.100101>