

Madrid, miércoles 20 de agosto de 2025

Reprograman bacterias para que ‘aprendan’ a degradar plásticos sin emplear ADN externo

- La técnica codesarrollada por el CSIC y el BSC modifica las funciones celulares de las bacterias sin añadir genes exógenos para que aquellas que no degradan plásticos, como la ‘*Escherichia coli*’, consigan hacerlo
- Este método pionero podría convertirse en una herramienta clave en biotecnología y medicina al permitir la reprogramación de genomas sin añadir moléculas externas



La proteína reprogramada sustituye a la original en el genoma. / ICP y BSC

Equipos liderados por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), entidad adscrita al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, y el Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) han desarrollado una innovadora estrategia para reprogramar genéticamente bacterias sin necesidad de insertar genes externos, como suele hacerse en biotecnología. La técnica, denominada GenRewire, permite reorientar las funciones presentes en el genoma de

las proteínas para que desarrollen nuevas capacidades, sin comprometer su funcionamiento natural.

En biotecnología es muy común la utilización de ingeniería genética para dotar a las bacterias de nuevas capacidades que les permita, por ejemplo, producir sustancias de interés industrial o médico, o degradar contaminantes ambientales. Sin embargo, hasta ahora, la alteración de las funciones celulares bacterianas se conseguía introduciendo material genético externo en las células a través de diferentes técnicas y elementos, como los plásmidos, unas pequeñas moléculas de ADN extracromosómico capaces de moverse de una bacteria a otra.

Frente a las técnicas tradicionales de ingeniería genética, que dependen de la introducción de ADN foráneo, el estudio publicado hoy en la revista *Trends in Biotechnology* plantea un cambio de paradigma. "Nuestro método parte de una idea sencilla: si las proteínas nativas pueden ser rediseñadas computacionalmente para hacer algo nuevo, no necesitamos alterar el equilibrio genético de la célula con elementos externos", explica **Manuel Ferrer**, investigador del CSIC en el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica (ICP-CSIC) y coordinador del estudio.

Una bacteria que no degrada plástico, hasta ahora

Con el objetivo de validar la tecnología desarrollada, los científicos han aplicado este método para dotar a la bacteria *Escherichia coli* de la capacidad de degradar partículas de plástico PET (Polietileno Tereftalato) de tamaño nanométrico. Se trata de nanoplásticos omnipresentes en nuestra vida cotidiana, utilizados en la fabricación de envases o en la industria textil, que se han convertido en contaminantes con un alto impacto en el medioambiente y en la salud.

Este logro se ha conseguido mediante la reprogramación de dos proteínas de la bacteria, sin necesidad de insertar genes externos. "Nuestro enfoque es único porque combina inteligencia artificial, simulación por supercomputación y edición genética precisa para incorporar nuevas actividades en proteínas naturales", afirma **Víctor Guallar**, investigador del BSC y coordinador del estudio. Las proteínas modificadas sustituyen a las originales en el genoma, lo que permite a la célula mantener su equilibrio biológico.

Además, la técnica GenRewire destaca por su sencillo funcionamiento: consiste en analizar en un supercomputador las proteínas codificadas por un genoma y, posteriormente, reprogramarlas mediante herramientas computacionales para que realicen una función deseada. "Reprogramamos la bacteria virtual en tan solo tres o cuatro semanas, gracias a los recientes avances en métodos estructurales de IA, en nuestros algoritmos de simulación mecánica y al poder de supercomputación del MareNostrum 5", afirma **Joan Giménez**, investigador del BSC y uno de los primeros autores del estudio.

Un avance en biotecnología

Mientras que los métodos habituales añaden genes exógenos para que las bacterias hagan algo nuevo, GenRewire consigue el mismo resultado sin introducir ADN externo.

“Así se evitan problemas como que las bacterias crezcan peor o que el sistema sea poco estable. Hemos demostrado que es posible rediseñar bacterias desde dentro, sin alterar su naturaleza con elementos externos”, explican **Paula Vidal** y **Laura Fernández**, investigadoras del CSIC en el Instituto de Catálisis y Petroleoquímica y también primeras autoras del estudio. “Hemos demostrado que esta tecnología puede complementar la ingeniería metabólica clásica, haciendo que bacterias como *Escherichia coli* degraden plástico y transformen sus residuos en productos valiosos”, añaden.

Según los investigadores, este método podrá aplicarse a otros organismos y convertirse en una herramienta clave para reprogramar genomas sin necesidad de introducir proteínas o genes externos. “Esto, aplicado por ejemplo al genoma humano o a cultivos no solo reduce el riesgo de rechazo por parte del sistema inmunológico, sino que también ayuda a superar las barreras legales y éticas que suelen plantearse al usar ADN ajeno”, concluyen.

Paula Vidal, Joan Giménez-Dejoz, Laura Fernández-López, Sonia Romero, Seyed Amirabbas Nazemi, Miguel Luengo, José L. González-Alfonso, Mireia Martínez-Sugrañes, Ana Robles Martín, David Almendral, Sergi Roda, Pablo Pérez-García, Luzie Kruse, Karl-Erich Jaeger, Wolfgang R. Streit, Francisco J. Plou, Martín Piso, Patrick Shahgaldian, Rafael Bargiela, Víctor Guallar, Manuel Ferrer. **Computationally guided genome rewiring of *Escherichia coli* and its application for nanopolyethylene terephthalate (PET) biodegradation and upcycling.** *Trends in Biotechnology*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2025.07.008>

CSIC Comunicación

comunicacion@csic.es