



Biología enzimática y biotransformaciones de interés industrial

Breve descripción

Las enzimas, como catalizadores biológicos, poseen una serie de características muy interesantes para la Industria: tienen una elevada especificidad, trabajan en condiciones suaves, son fácilmente accesibles y no alteran el medio ambiente. Por todas estas razones, estos biocatalizadores se están utilizando en la industria alimentaria, de detergentes, productos químicos, farmacéuticos y de diagnóstico. En muchos casos, los procesos enzimáticos han demostrado ser muy competitivos y eficaces a gran escala. Nuestra tecnología ofrece la posibilidad de realizar una biotransformación con el objetivo de obtener el producto que interese al cliente.

¿Cómo funciona?

Las enzimas industriales se obtienen a partir de microorganismos como bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, previamente seleccionados mediante técnicas de cribado (*screening*) o minería de genomas. Una vez identificados los microorganismos más prometedores, estos se cultivan en condiciones controladas mediante fermentación en matraces o reactores. La optimización de los procesos fermentativos a través de la ingeniería del medio de cultivo permite maximizar la producción enzimática. Tras la fermentación, las enzimas de interés se extraen de los caldos de cultivo y se someten a un riguroso proceso de purificación. Para ello, se emplean diversas técnicas cromatográficas y de concentración, garantizando un producto altamente puro. Posteriormente, la caracterización estructural de las enzimas se realiza mediante técnicas avanzadas como electroforesis, MALDI-TOF, ultracentrifugación analítica y espectroscopía. De manera complementaria, la caracterización funcional incluye estudios de estabilidad y actividad en diferentes condiciones de pH y temperatura, así como análisis de especificidad de sustrato y determinación de los mecanismos cinéticos y químicos.

El aislamiento, clonación y secuenciación del gen que codifica la enzima permite su producción en grandes cantidades. En caso de que la clonación y expresión en *Escherichia coli* no sea viable debido a particularidades del genoma o a la necesidad de modificaciones postraduccionales, se emplean otros sistemas de clonación y expresión optimizados en nuestro laboratorio, como *Streptomyces lividans* y *Rhodococcus* sp. Para mejorar las propiedades catalíticas y la estabilidad de las enzimas, se llevan a cabo estudios de ingeniería de proteínas mediante técnicas de mutagénesis dirigida y evolución molecular dirigida. Una vez obtenidas las versiones mejoradas de la enzima, estas se someten a procesos de inmovilización para su posterior recuperación y reutilización en aplicaciones industriales. La inmovilización se lleva a cabo mediante diversas estrategias adaptadas a cada proceso, como atrapamiento en geles, microencapsulación, reticulado con reactivos bifuncionales, adsorción y unión covalente a soportes inorgánicos u orgánicos. Finalmente, se optimizan las condiciones de inmovilización para desarrollar biocatalizadores eficientes y robustos, determinando las condiciones óptimas del proceso, incluyendo pH y temperatura, estabilidad, parámetros cinéticos y capacidad de reutilización en reacciones sucesivas.

¿Qué problema resuelve?

Nuestra tecnología permite la obtención de enzimas industriales en grandes cantidades y con alta pureza mediante sistemas de clonación y expresión optimizados. Además, mejoramos su estabilidad y rendimiento a través de la ingeniería de proteínas y la evolución dirigida, así como mediante diferentes técnicas de inmovilización, lo que reduce costes y facilita su reutilización. Esto permite a las empresas desarrollar procesos más sostenibles, eficientes y rentables en sectores como la biotecnología, la industria alimentaria, la farmacéutica o la producción de biocombustibles.

¿Qué productos futuros resultarán?

Con nuestra tecnología, es posible obtener una amplia gama de enzimas de interés industrial. Gracias a la inmovilización enzimática, aseguramos procesos más rentables, sostenibles y adaptados a las necesidades de cada industria.

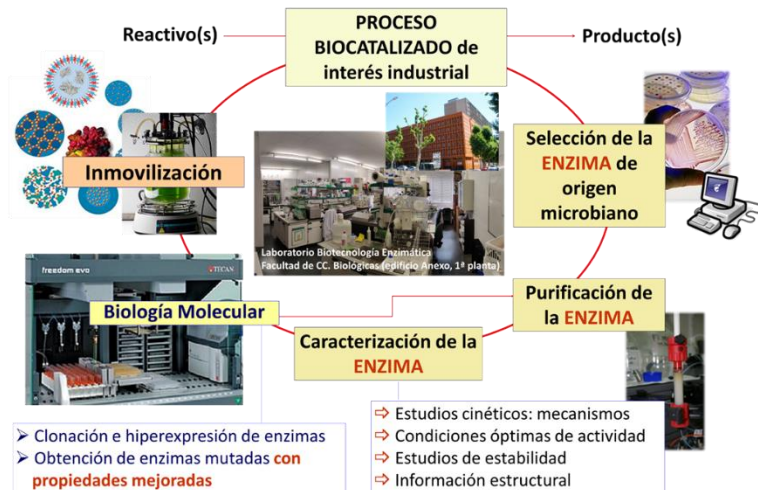


Figura 1. Ejes principales del Grupo UCM de Investigación de Biotecnología Enzimática

Ventajas competitivas frente a otras investigaciones

• Ventajas de las enzimas en los procesos industriales

Las enzimas ofrecen ventajas únicas como su alta especificidad, elevada actividad catalítica y capacidad para operar a temperaturas y presiones moderadas. Además, las reacciones en medios orgánicos presentan beneficios adicionales frente a los medios acuosos, como una mayor solubilidad de los reactivos, facilidad en la purificación de productos y mayor estabilidad enzimática, además de evitar la contaminación bacteriana.

• Un futuro más sostenible con ayuda de la Biocatálisis

La capacidad de producir enzimas a gran escala y en formatos reutilizables no solo reduce los costes de producción, sino que también minimiza el impacto ambiental. Al sustituir los procesos químicos tradicionales, se eliminan residuos contaminantes y se evita la necesidad de costosos métodos de descontaminación. La Biocatálisis es, por tanto, una solución eficiente, económica y sostenible para la industria del futuro.

¿Dónde se ha desarrollado?

Esta tecnología se desarrolla en el Departamento de Bioquímica y Biología Molecular de la Facultad de Ciencias Biológicas. El equipo investigador posee una amplia experiencia en las metodologías descritas y ha trabajado con diferentes enzimas implicadas en procesos industriales: celulasas, β -glucosidasas, lipasas, D-aminoácido oxidasas, penicilina acilasas, polihidroxialcanoato despolimerasas, nucleósido desoxirribosiltransferasas, y hexosaminidasas.

Y además...

Ofrecemos soluciones a medida para empresas que buscan biocatalizadores innovadores y sostenibles en cualquier campo de aplicación. El Grupo de Biotecnología Enzimática de la UCM pone a disposición de las empresas su conocimiento y experiencia en todas las etapas del desarrollo de las enzimas con interés industrial:

- Producción y optimización de enzimas a partir de microorganismos productores.
- Aislamiento, purificación y caracterización de enzimas.
- Clonación, secuenciación e ingeniería de proteínas para mejorar las propiedades enzimáticas.
- Expresión optimizada en diferentes microorganismos hospedadores.
- Inmovilización de las enzimas para mejorar su estabilidad y permitir su reutilización.

Responsable de la investigación

Isabel de la Mata, idlmeta@ucm.es; Miguel Arroyo, marroyos@ucm.es

Departamento: **Bioquímica y Biología Molecular**

Facultad: **Ciencias Biológicas**