

# **Bakteriális, gomba, növényi, állati és emberi eredetű biokatalizátorok egy csapatban. Enzim hálózatok és mesterséges anyagcsere folyamatok a kémiai biotechnológiában.**

## **Bacterial, fungal, plant, animal and human biocatalysts in one team. Enzyme networks and artificial metabolic processes in Chemical Biotechnology**

Prof. Dr. habil. Eng. Paizs Csaba

Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Enzymology and Applied Biocatalysis Research Centre, Babeş-Bolyai University, Arany János street, No. 11, 400028, Cluj-Napoca  
csaba.paizs@ubbcluj.ro

### **ABSTRACT**

Biocatalytic processes are important tools for the development of sustainable technologies. Environmentally friendly enzymes are extremely efficient and selective natural catalysts, they work in water at ambient temperature and atmospheric pressure, minimizing the energy requirement of the process. Enzymatic reactions are characterized by excellent incorporation of the starting materials into the product, which is a prerequisite for good atom economy of the entire process. Biocatalytic processes are important tools for the development of sustainable technologies. Environmentally friendly enzymes are extremely efficient and selective natural catalysts, they work in water at ambient temperature and atmospheric pressure, minimizing the energy requirement of the process. Enzymatic reactions are characterized by excellent incorporation of the starting materials into the product, which is a prerequisite for good atom economy of the entire process.

The main research direction of the Enzymology and Applied Biocatalysis Research Centre is the development and optimization of stereoselective organic chemical reactions/processes catalysed by industrially relevant enzymes. Multistep synthetic processes involve only a limited number of biocatalytic reactions, usually isolated from adjacent conventional chemical reaction steps. The different reaction conditions of the chemo- and biocatalytic processes make impossible the harmonization of the entire procedure. To overcome this disadvantage, we developed multi-enzyme cascades, as well as in vitro and in vivo enzyme networks for preparative synthetic purposes.

The development, structural and functional optimization, mutual synchronization and regulation of the new biocatalysts, but also their attachment to support are essential conditions for the assembly of these multi-enzymatic systems. With immobilized enzymes, we developed highly efficient continuous mode processes.

We have effectively used the toolbox of protein engineering in order to modulate/improve enzyme properties (activity, selectivity, stability, specific binding, etc.). To improve the efficacy of the biocatalysts site-directed mutagenesis, but also directed evolution techniques were involved.

**Keywords:** biocatalytic processes, enzymes, structural and functional optimisation

### **ÖSSZEFOGLALÓ**

A biokatalitikus folyamatok a fenntartható technológiák fejlesztésének fontos eszközei. A környezetbarát enzimek rendkívül hatékony és szelektív természetes katalizátorok, vízben környezeti hőmérsékleten és nyomáson működnek, minimalizálva az eljárás energiaigényét. Az enzimreakciókra jellemző a kiindulási anyagok kiváló beépülése a termékbe, ami a teljes eljárás jó atomgazdaságosságának előfeltétele.

A kolozsvári Enzimológia és Alkalmazott Biokatalízis Kutató Központ fő kutatási iránya az iparilag is releváns enzimek által katalizált sztereoselektív szerves kémiai reakciók/folyamatok kidolgozása és optimalizálása. A többlépcsős szintetikus eljárások csak kevés számú, rendszerint a szomszédos hagyományos kémiai reakciólépésektől elszigetelt biokatalitikus reakciót tartalmaznak. A kemo-, illetve a biokatalitikus eljárások eltérő reakciókörülményei ellehetetlenítik a teljes folyamat harmonizációját. Ennek a hátránynak a kiküszöbölésére többenzimes kaszkádokat, illetve *in vitro* és *in vivo* enzim hálózatokat fejlesztettünk ki preparatív szintetikus célokra.

Ezen enzimrendszerek összeállításának elengedhetetlen feltétele az új biokatalizátorok fejlesztése, szerkezeti és működési optimalizálása, kölcsönös szinkronizálása és szabályozása, majd hordozóra való rögzítése. Az immobilizált enzimek segítségével nagy hatékonyságú folyamatos üzemmódú eljárásokat dolgoztunk ki.

A fehérjemérnökség eszköztárát hatékonyan használtuk az enzimek tulajdonságainak (aktivitás, szelektivitás, stabilitás, specifikus rögzítés stb.) modulálására/javítására. Egyik legfontosabb eredményünk az, hogy pontmutációs és irányított evolúciós technikákkal növeltük a biokatalizátorok hatékonyságát.

**Kulcsszavak:** biokatalitikus folyamatok, enzimek, szerkezeti és funkcionális optimalizálás