Alternatív katalízis a körforgásos gazdaságért: természetes homokok a poli(etilén-tereftalát) depolimerizációjában

Alternative Catalysis for a Circular Economy: Natural Sands in the Depolymerization of Poly(ethylene terephthalate)

RÁDULY Amália, VÁSÁRHELYI István Péter, RICHTER Dóra,
Dr. habil. KUPAI József

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar,
Szerves Kémia és Technológia Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.
kupai.jozsef@vbk.bme.hu

ABSTRACT

The accumulation of plastic waste is one of the greatest environmental challenges of our time. One of the most used plastics, often as a single-use product, is PET. Its chemical depolymerization plays a key role in achieving a circular economy.

In my research, I carried out the glycolysis of waste PET to BHET in the presence of a natural sand catalyst, which could be a cost-effective and natural alternative to the catalysts known in the literature. Through analytical measurements, I determined the mineral composition of the sand samples from various sources and experimentally identified the components that play a significant role in the catalytic activity.

I extended the method to the degradation of industrial PET waste, that is, the friction dust generated during the crystallization step of the polymer. I investigated the effect of reaction parameters on yield and energy consumption using a 2^{4-1} factorial design, then optimized the reaction conditions. Under the determined optimal conditions, I verified the recyclability of the catalyst over multiple cycles.

Keywords: PET, industrial waste, glycolysis, heterogeneous catalysis, optimization

ÖSSZEFOGLALÓ

A műanyaghulladékok felhalmozódása napjaink egyik legnagyobb környezetvédelmi kihívása. Az egyik legelterjedtebb, jelentős részben egyszer használatos termékként használt műanyag a PET. Ennek kémiai depolimerizációja kulcsszerepet játszik a körforgásos gazdaság megvalósításában.

A kutatási munkám során hulladék PET glikolízisét valósítottam meg BHET-vé természetes homok katalizátor jelenlétében, amely gazdaságos és természetes alternatívát jelenthet az irodalomban ismert katalizátorokkal szemben. Analitikai mérésekkel felderítettem a különböző eredetű homokminták ásványi összetételét, és kísérleti úton azonosítottam a katalitikus aktivitásban meghatározó szerepet betöltő komponenseket.

A módszert kiterjesztettem egy ipari PET hulladék lebontására, a polimer kristályosítási lépésében keletkező frikciós porra. A reakcióparaméterek termelésre, illetve energiafelhasználásra gyakorolt hatását 2^{4-1} típusú részfaktortervvel vizsgáltam, majd optimalizáltam a reakciókörülményeket. A meghatározott optimális körülmények között igazoltam a katalizátor több cikluson keresztüli visszaforgathatóságát.

Kulcsszavak: PET, ipari hulladék, glikolízis, heterogén katalízis, optimalizálás

Egyetemi Kutatói Ösztöndíj Program (EKÖP-26-2-BME-92) által támogatott projekt a Tudományos és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott, valamint a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem támogatása alapján valósult meg. A kutatást továbbá az OTKA (FK138037), valamint a Varga József Alapítvány támogatta.