

A PET glikolízisének optimalizálása

Optimization of PET glycolysis

KISS Johanna¹, FEHÉR Zsuzsanna¹, KISSZÉKELYI Péter¹,
PhD, KÁRPÁTI Levente², PhD, KUPAI József¹, PhD

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar, Szerves Kémia és Technológia Tanszék
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

kupai.jozsef@vbk.bme.hu, www.kupaigroup.com

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar, Műanyag és Gumiipari Laboratórium
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

ABSTRACT

Poly(ethylene terephthalate) (PET) is a non-biodegradable polymer, mainly used as raw material for a wide range of packaging applications. Consequently, it is a significant contributor to the pollution of our planet. During our work, we investigated the depolymerization of PET flakes from post-consumer bottles to its monomer, bis(2-hydroxyethyl) terephthalate (BHET), using ethylene glycol as a reagent, and as catalysts, organocatalysts supported on silica gel were examined. Our aim was to optimize the reaction conditions. After conducting preliminary experiments, we set up a 2^{4-1} two-level fractional factorial design to investigate four parameters: the temperature (170–190 °C), the catalyst amount (5–20 mol%), the ethylene glycol excess (10–15 eq.) and the reaction time (1–2 h). With the significant effects, we set up a reduced linear model for the BHET yield. Based on this model, we determined the optimal parameters of the glycolysis by gradient method. Under the optimal reaction conditions, we could reach high BHET yield. Furthermore, two of the examined catalysts were successfully recycled. This research was funded by the New National Excellence Program of the Ministry of Human Capacities, grant number ÚNKP-22-2-I-BME-146, by the National Research, Development, and Innovation Office (grant number FK138037), and the Richter Talentum Foundation.

Keywords: PET depolymerization, organocatalysis, experimental design, glycolysis, recycling

KIVONAT

A poli(etilén-tereftalát) (PET) egy széles körben, főként csomagoláshoz felhasznált, biológiailag nem lebomló polimer, így nagymértékben hozzájárul a Földünk szennyezéséhez. A kutatási munkánk során hulladék PET-palackból készült örlemény bisz(2-hidroxietil)-tereftalát (BHET) monomerré történő lebontását vizsgáltuk. Reagensként etilén-glikolt alkalmaztunk, katalizátorként pedig szilikagélhez rögzített organokatalizátorokat vizsgáltunk. Célunk a glikolízis paramétereinek optimalizálása volt. Az előzetes paramétervizsgálatot követően egy 2^{4-1} részfaktor-tervet dolgoztunk ki négy faktor, a hőmérséklet (170–190 °C), a katalizátormennyiség (5–20 mol%), az etilén-glikol-felesleg (10–15 ekv.) és a reakcióidő (1–2 óra) felhasználásával. Az optimális reakciókörülményeket a BHET-termelésre felállított, szignifikáns hatásokot tartalmazó redukált modellből gradiens módszer segítségével határoztuk meg. A reakció optimális körülményei között kiváló BHET-termelést tudtunk elérni, emellett a vizsgált katalizátorok közül kettő visszaforgatását is sikeresen megvalósítottuk. A kutatás a Magyar Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-2-I-BME-146 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (kódszám: FK138037) és a Richter Talentum Alapítvány anyagi támogatásával valósult meg.

Kulcsszavak: PET depolimerizáció, organokatalízis, kísérlettervezés, glikolízis, újrahasznosítás