

## Poliészter modell uretán mikrobiális degradációja

### Microbial degradation of polyester-model urethane

JORDÁN Anikó<sup>1,2,\*</sup>, VISKOLCZ Béla<sup>1,2</sup>, SZŐRI-DOROGHÁZI Emma<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Institute of Chemistry, University of Miskolc, Egyetemváros, Miskolc-, Hungary-3515

<sup>2</sup>Advanced Materials and Intelligent Technologies Higher Education and Industrial Cooperation Centre (HEICC), University of Miskolc, 3515 Miskolc, Hungary

Email: \*aniko.jordan@uni-miskolc.hu, \*emma.szori-doroghazi@uni-miskolc.hu

#### ABSTRACT

Polyurethane (PU), like many other polymers, is fundamental part of everyday life. However, when released into environment as waste, it poses significant challenges, particularly in aquatic and terrestrial ecosystems. While various waste management solutions exist to address this issue, biological degradation remains underutilized despite its potential. Biological waste management offers several advantages, including the possibility of complete polymer mineralization and low energy requirements. Microorganisms are key players in this process, facilitating the breakdown or depolymerization of both natural and synthetic polymers through enzymatic reactions. The most effective degradation results have been achieved with biologically renewable polymers (PLA, PHA, PHB) as well as synthetic plastics like PET, and PUR.

To investigate the plastic-degrading abilities of bacteria, model substrates (chemically similar to the real plastics but with simpler structures) are often used. The Impranil DLN substrate and p-nitrophenyl acetate are often used for preliminary studies of biological degradation of PET and PUR. In our research, we examined bacterial strains that may be capable of degrading the Impranil DLN SD substrate. Among successful candidates, PCR techniques confirmed at genus level that these strains likely belong to the *Bacillus* group. Degradation experiments with the Impranil DLN SD substrate were conducted in solid media (by measuring the size of the clear zones around bacterial colonies) and in liquid fermentation. In the fermentation experiments, samples were taken from the fermentation broth, and the change in absorbance of Impranil containing medium was tracked spectrophotometrically at 405 nm using p-nitrophenyl-acetate.

However, to fully understand the bacterial degradation process, further analysis will be required, as this is essential for thoroughly explore the potential of microorganisms. Utilizing this potential could play a crucial role in the efficient management of polyurethane and other polymer waste. These biological approaches could significantly contribute to building a more sustainable economy by offering new perspectives on reducing environmental impact and improving waste utilization.

**Keywords:** *Bacillus*, model urethane, degradation, PCR

## ÖSSZEFOGLALÓ

A poliuretán (PU), mint sok más polimer, a mindennapi élet alapvető része. Ha azonban hulladékként a környezetbe kerül, eltávolítása jelentős kihívásokat jelent, különösen a vízi és szárazföldi ökoszisztémákban. Közben különböző hulladékkezelési megoldások léteznek a probléma kezelésére, többek közt a biológiai degradáció a benne rejlő potenciál ellenére továbbra is kihasználatlan marad. A biológiai hulladékkezelés számos előnnyel jár, többek között lehetséges a teljes polimer mineralizációja és a degradációs folyamat alacsony energiaigényű. A mikroorganizmusok kulcsszerepet játszanak ebben a folyamatban, enzimatikus reakciók révén elősegítik mind a természetes, mind a szintetikus polimerek lebontását vagy depolimerizációját. A legjelentősebb eredményeket a biológiailag megújuló polimerek (PLA, PHA, PHB), valamint a szintetikus műanyagok, mint a PET és a PUR esetében érték el.

A kutatók, ahhoz hogy a baktériumok műanyaglebontó képességét vizsgálják tudják gyakran használni modell szubsztrátokat (amelyek kémiaiilag hasonlóak a valódi műanyagokhoz, de egyszerűbb szerkezetűek). Az Impranil DLN szubsztrátot és a p-nitrofenil-acetátot gyakran használják a PET és a PUR biológiai lebontásának előzetes vizsgálatához. Kutatásunkban olyan baktériumtörzseket vizsgáltunk, amelyek képesek lehetnek az Impranil DLN SD szubsztrát lebontására. A sikeres jelöltek közül a PCR-technikák nemzetközileg igazolták, hogy ezek a törzsek valószínűleg a *Bacillus* csoportba tartoznak. Az Impranil DLN SD szubsztráttal lebontási kísérleteket végeztünk szilárd táptalajon (a baktériumtelepek körüli tiszta zónák méretének mérésével) és folyékony fermentációban. A fermentációs kísérletek során a fermentációs levestől mintát vettünk, és az Impranil-tartalmú közeg abszorbanciájának változását p-nitrofenil-acetát segítségével 405 nm-en spektrofotometriásan követtük nyomon.

A bakteriális lebontási folyamat teljes megértéséhez azonban további elemzésekre lesz szükség, mivel ez elengedhetetlen a mikroorganizmusokban rejlő lehetőségek alapos feltárásához. E potenciál kihasználása döntő szerepet játszhat a poliuretán és más polimer hulladékok hatékony kezelésében. Ezek a biológiai megközelítések jelentősen hozzájárulhatnak egy fenntarthatóbb gazdaság kiépítéséhez azáltal, hogy új perspektívákat kínálnak a környezeti hatások csökkentésére és a hulladékhasznosítás javítására.

**Kulcsszavak:** *Bacillus*, modell uretán, degradáció, PCR