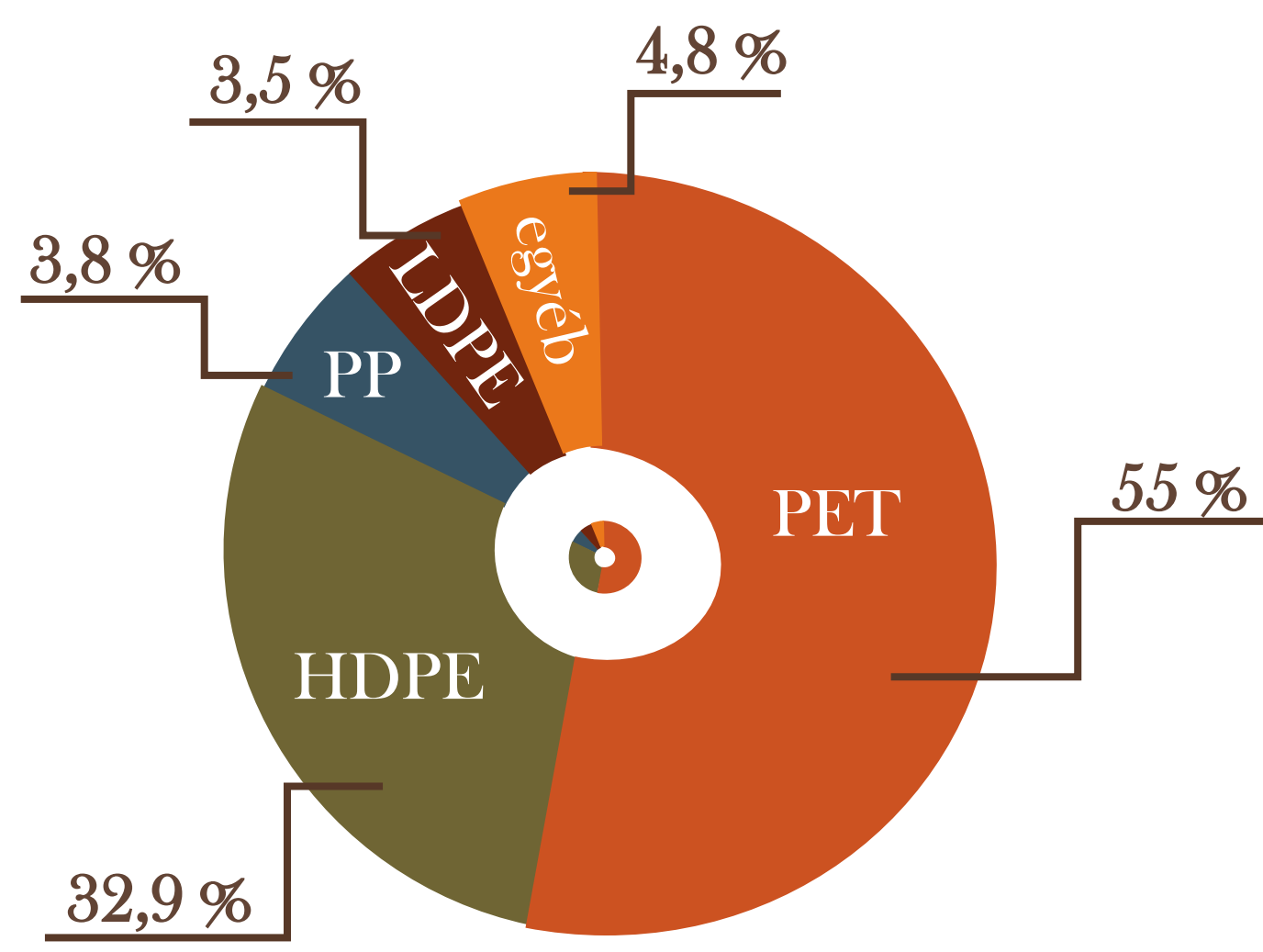


POLIKARBONÁT BONTÁSA SZILIKAGÉLHEZ RÖGZÍTETT ORGANOKATALIZÁTORRAL

Németh Réka¹, Fehér Zsuzsanna¹, Kiss Johanna¹, Dr. Kupai József¹

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Szerves Kémia és Technológia Tanszék

BEVEZETÉS



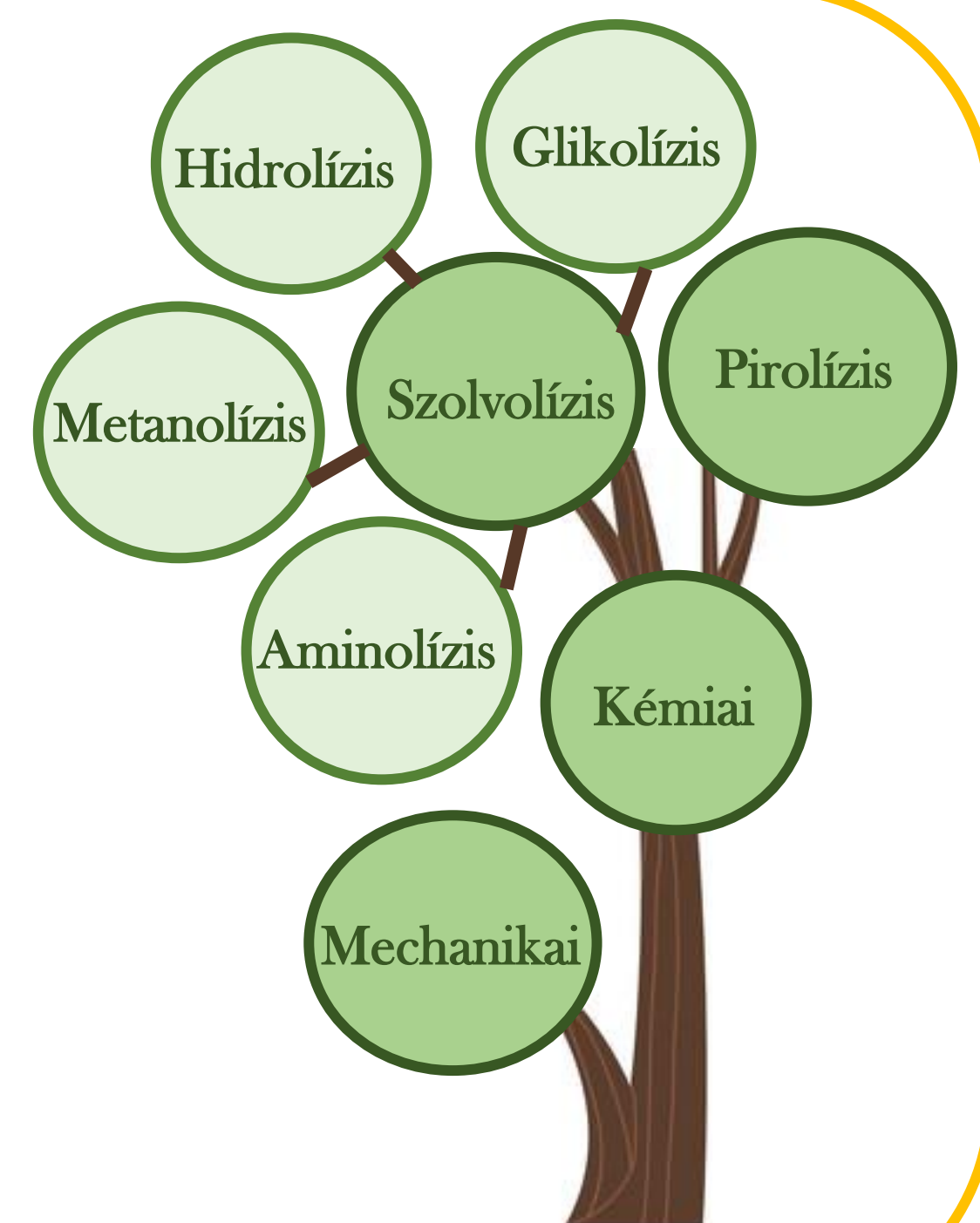
Az újrahasznosított műanyagok megoszlása típus szerint

A műanyagok életünk nélkülözhetetlen részét képezik. Nagy mértékű felhasználásukból következően az évente termelődő műanyag hulladék elérte a 318 millió tonnás mennyiséget. Hulladéksökkentési és környezetvédelmi szempontból sürgetővé vált fenntartható, zöldkémiai úton megvalósítható műanyagfeldolgozási módszerek kifejlesztése.

A polikarbonátok az iparban és a mindennapi életben gyakran alkalmazott hőre lágyuló műanyagok. Legfőbb képviselőjük, a BPA-PC adathordozók (CD, DVD), védőszemüvegek, golyóálló ablakok, sportfelszerelések alapanyagaként szolgálhat. Habár a BPA-PC éves termelése meghaladja a 6 millió tonnát, újrahasznosítási besorolás alapján az egyéb kategóriába tartozik.



A BPA-PC depolimerizációjára többféle lehetőség áll rendelkezésre a mechanikai feldolgozástól kezdve az energianyeresen alapuló elégetésen keresztül a szolvólízisig. Ez utóbbi során tiszta BPA monomerhez jutunk, melyből a polimer újra felépíthető. A BPA-PC lebontásának kiemelt figyelmet kell szentelni, hiszen a depolimerizáció főterméke, a BPA xenoösztrogén hatással rendelkezik, környezetbe juttatása egészségre káros hatása miatt nem megengedett.

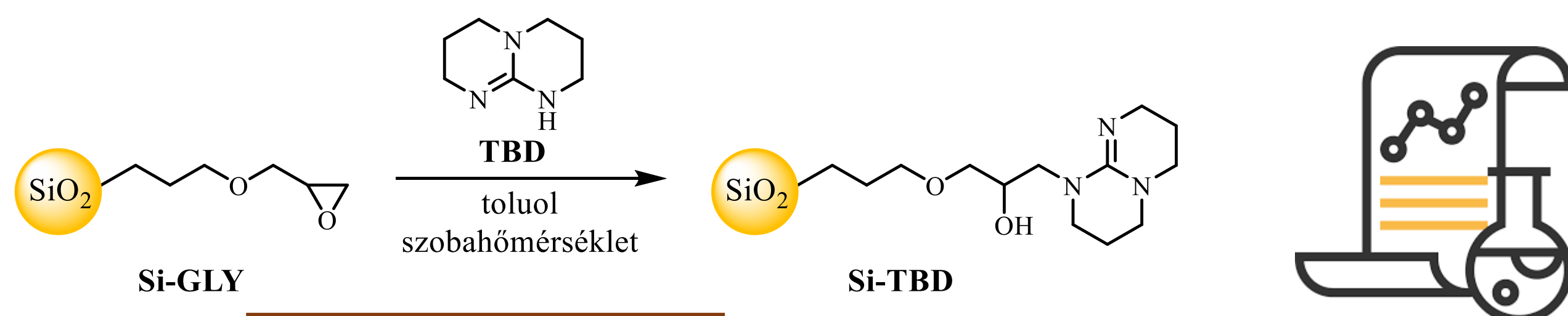


A BPA-PC lebontásának leggyakoribb módszerei

ORGANOKATALIZÁTOR ELŐÁLLÍTÁSA



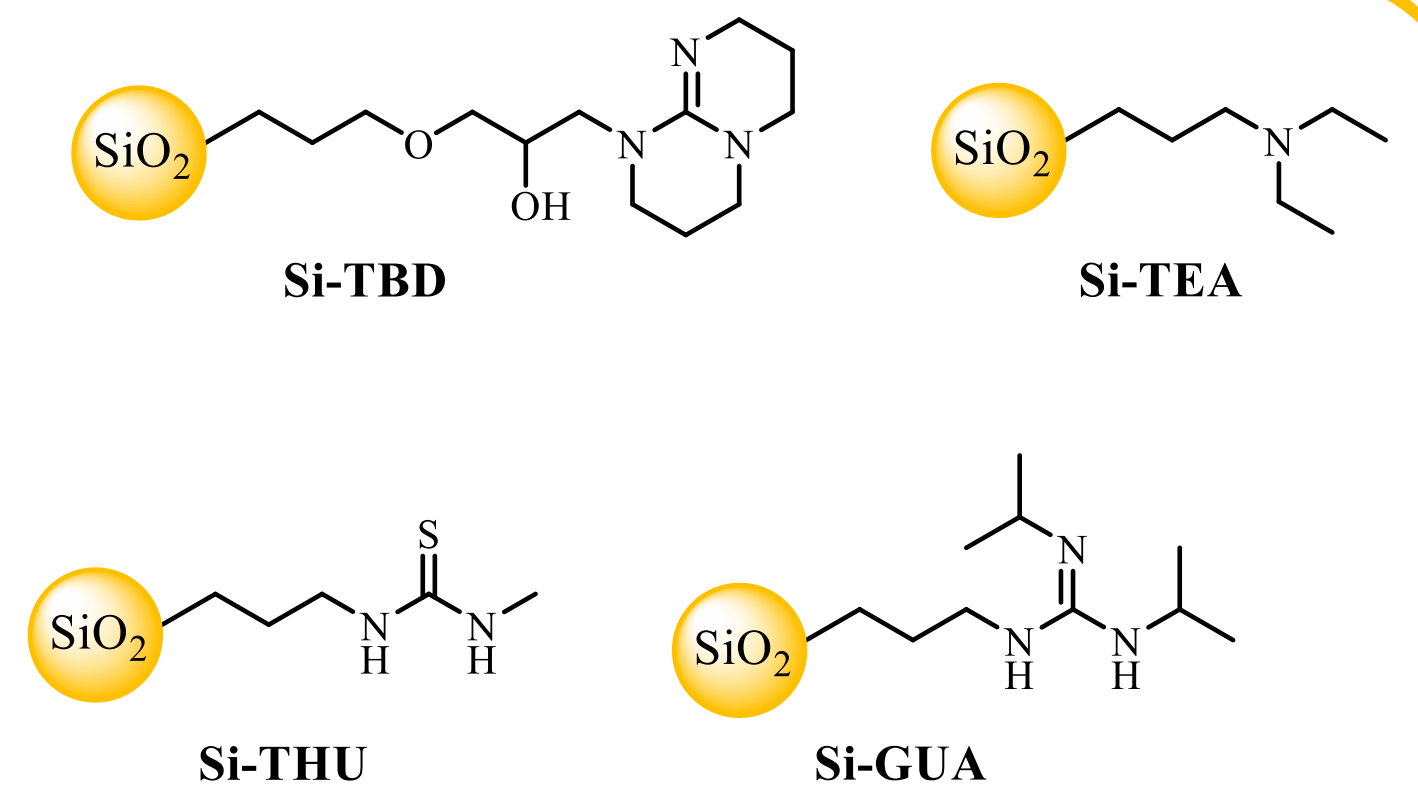
- A kereskedelmi forgalomban kapható módosított szilikagél mellett katalizátorként alkalmaztuk a kutatócsoportban előállított TBD-vel funkcionizált szilikagélt.



Az Si-TBD katalizátor előállítása

CÉLKITŰZÉSEK

A BPA-PC depolimerizációjának számos módszere ismert az irodalomban, munkánk során a metanolízisre esett a választásunk. A BPA-PC metanolízise során három, kereskedelmi forgalomban kapható, és egy általunk előállított, bázikus csoportokkal módosított szilikagél katalitikus aktivitását vizsgáltuk. A lebontási reakció legfőbb paramétereinek meghatározásáért előzetes paramétervizsgálatot hajtottunk végre jövőbeli kísérlettervezéshez.



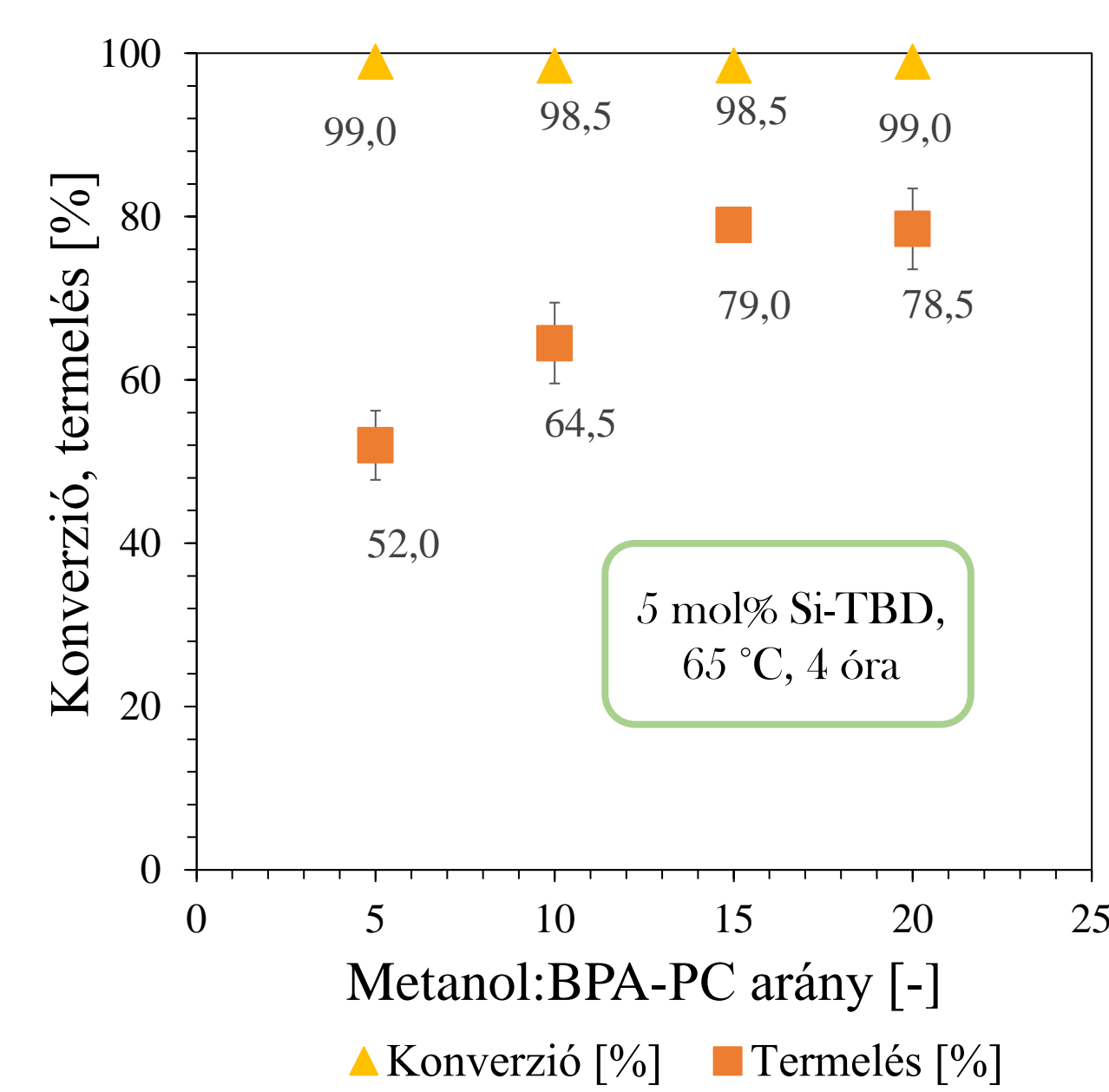
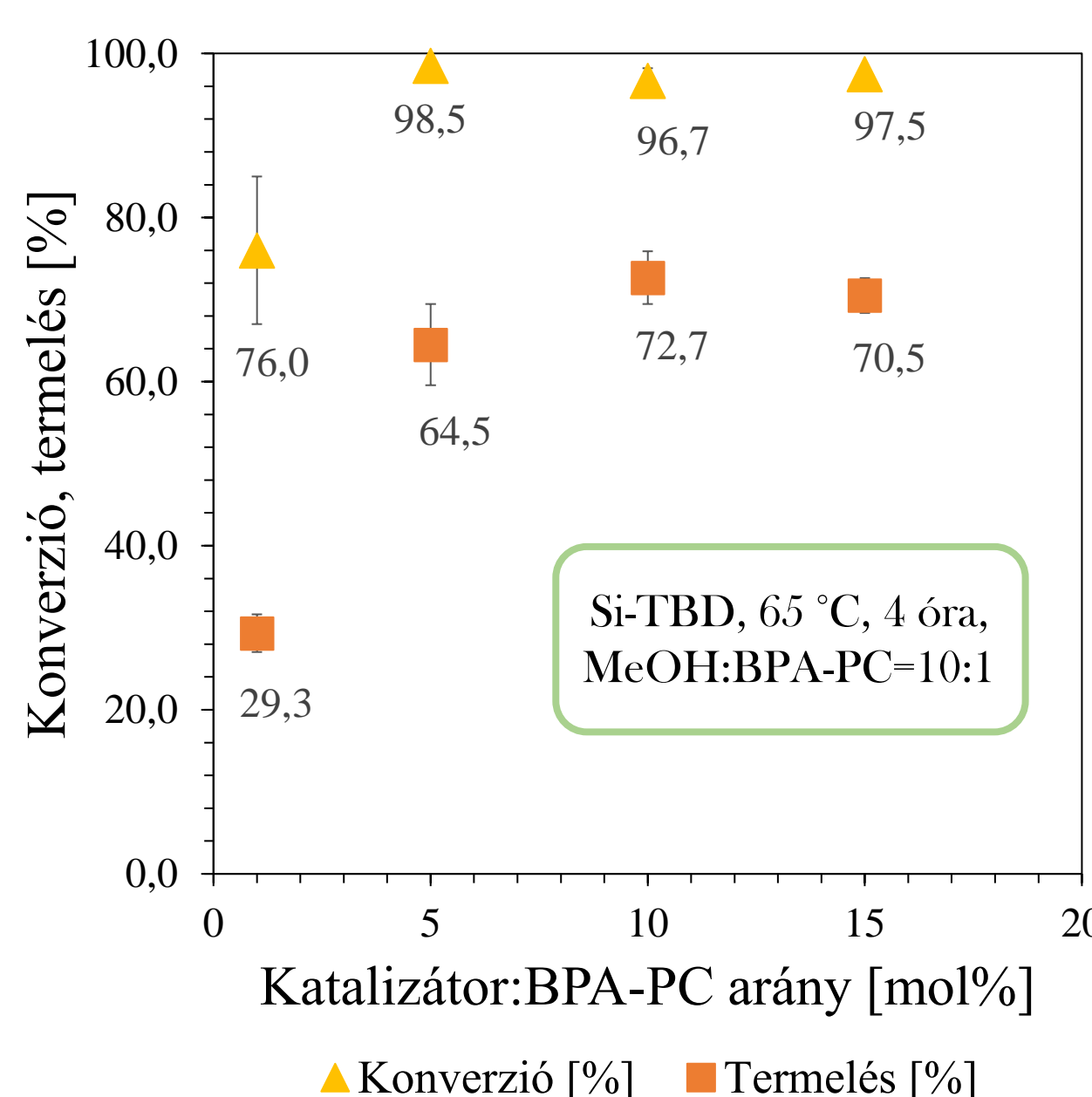
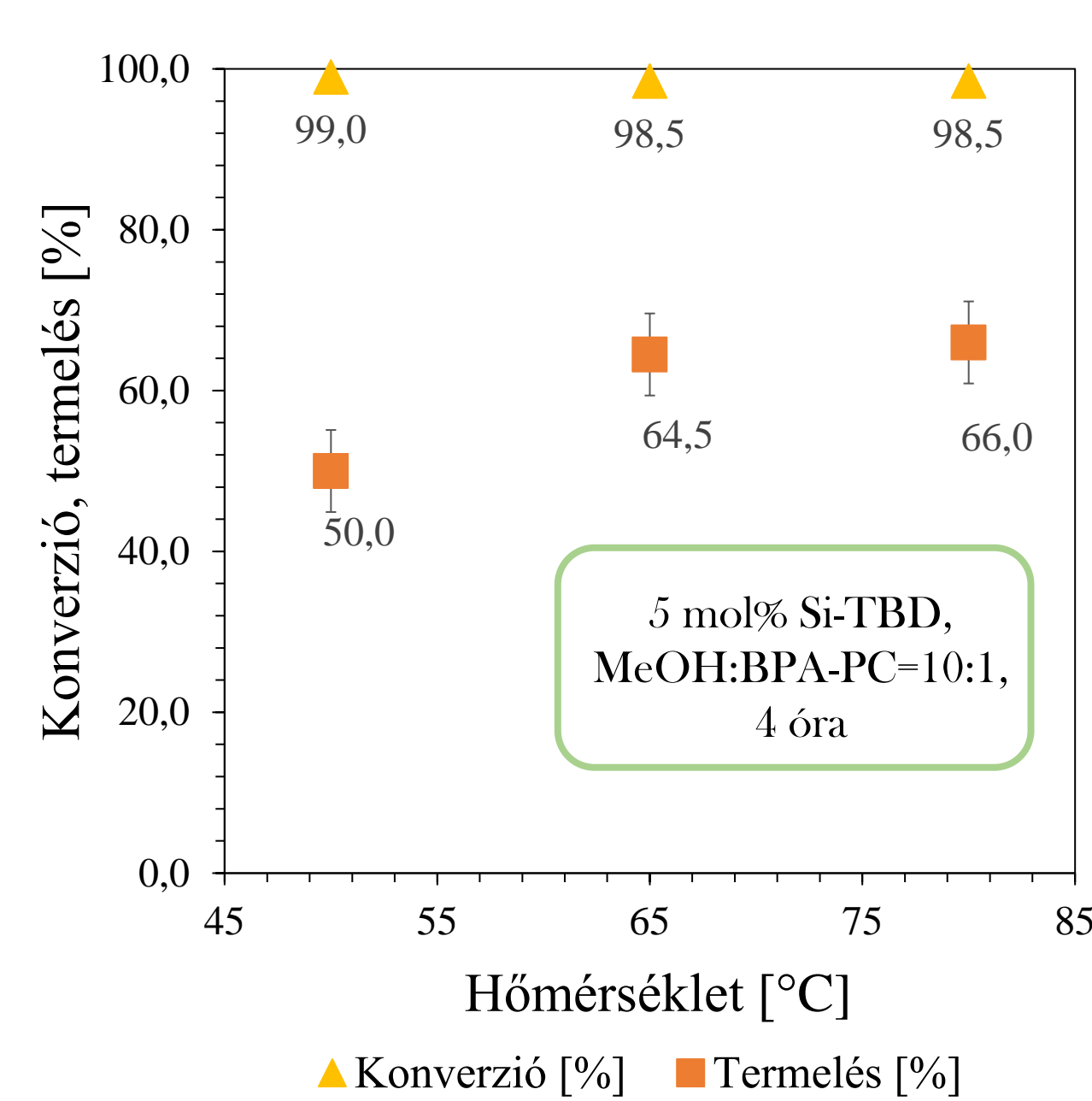
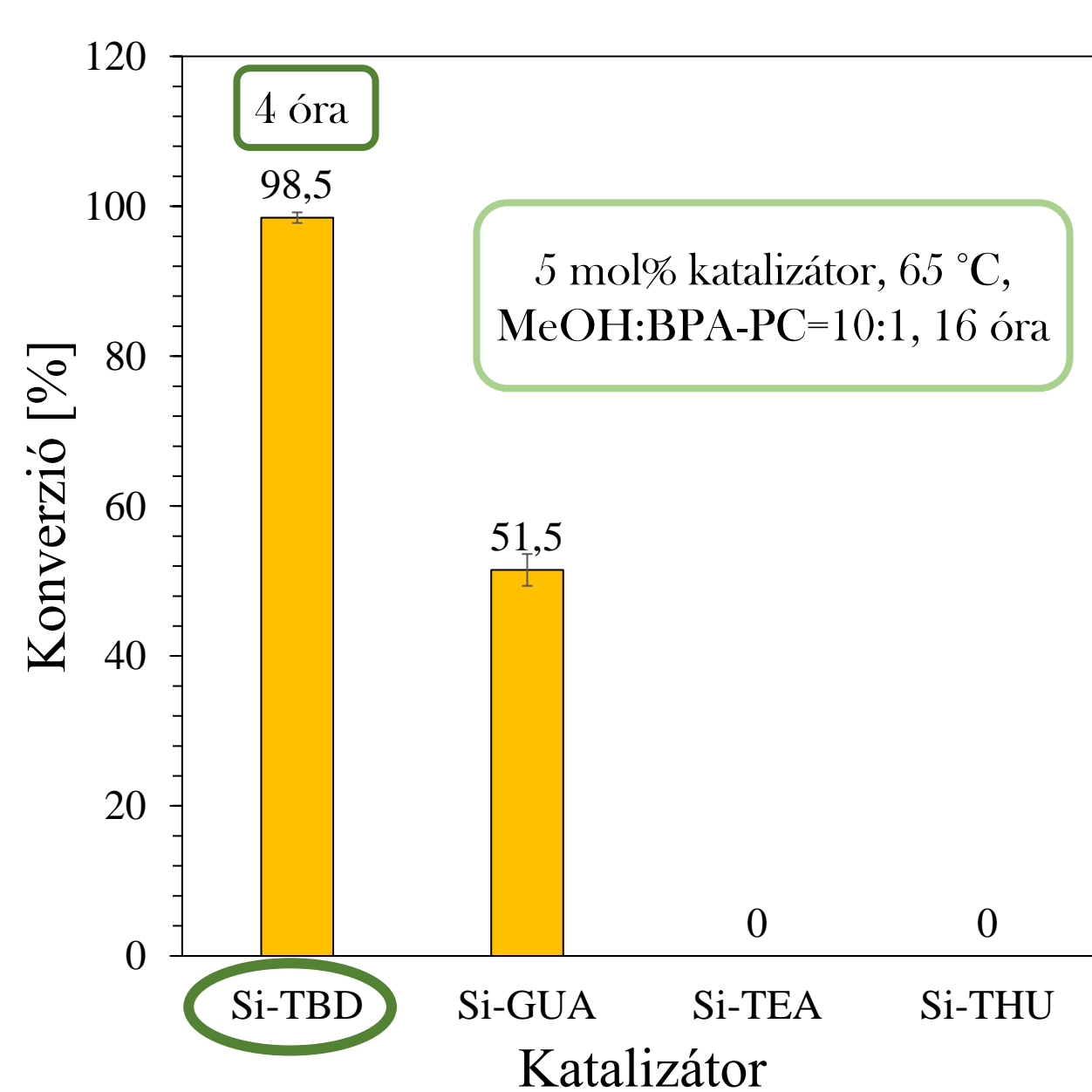
Az alkalmazott szilikagélhez rögzített organokatalizátorok



A BPA-PC metanolízise

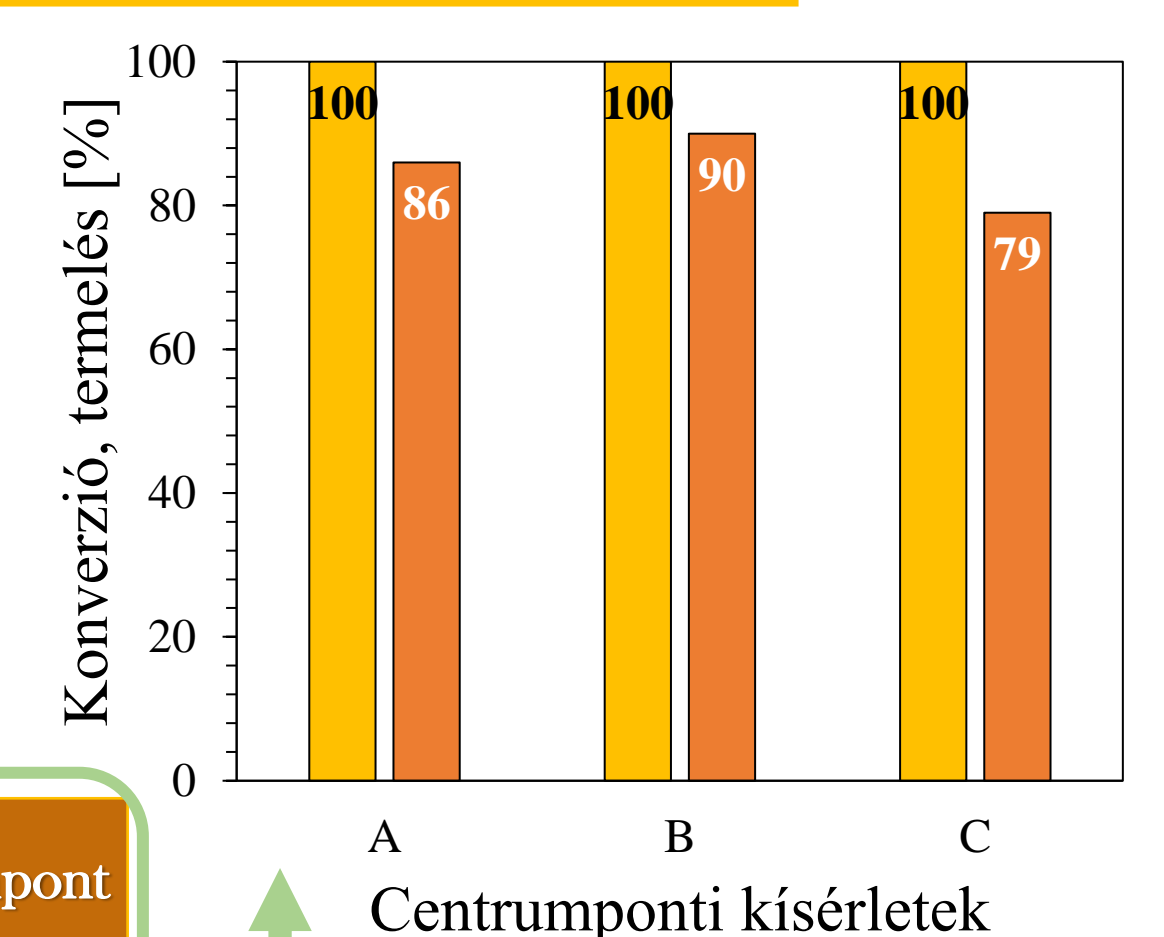
ELŐZETES PARAMÉTERVIZSGÁLATOK

- A kísérlettervezéssel történő optimalizálás előtt megvizsgáltuk a BPA-PC lebontási reakcióját legnagyobb mértékben befolyásoló reakcióparamétereket: a katalizátor típusát, a reakcióhőmérsékletet, a katalizátor:BPA-PC és a MeOH:BPA-PC arányokat. Az elért eredményeket az alábbi diagramok mutatják.
- A BPA-termelés meghatározása kvantitatív NMR módszerrel történt.



JÖVŐBELI TERV: KÍSÉRLETTERVEZÉS

- 2⁴ teljes faktorterv
 - 16 beállítás + centrumponti kísérletek (3 ismétlés)
 - Információ a faktorok közti kölcsönhatásokról
 - Hagyományos kísérlettervezéshez képest
 - Kisebbségi variancia azonos számú kísérlet mellett
 - Azonos nagyságú variancia kevesebb kísérlettel



Vizsgált faktor	Alsó szint	Felső szint	Centrumpont
Katalizátormennyiség [mol%]	2	10	6
MeOH:BPA-PC arány [-]	5	15	10
Hőmérséklet [°C]	45	65	55
Reakcióidő [óra]	2	4	3



ÖSSZEFOGLALÁS

- Sikeresen előállítottunk egy bázikus csoporttal módosított szilikagél organokatalizátort (Si-TBD).
- Az általunk előállított szilárd hordozóhoz rögzített katalizátort sikeresen alkalmaztuk a BPA-PC metanolízissel történő lebontási reakciójában.



- Kísérlettervezéshez tartozó előzetes paramétervizsgálat során tanulmányoztuk a depolimerizációs reakció legfőbb tényezőit: katalizátor minősége, reakcióhőmérséklet, katalizátor:BPA-PC és MeOH:BPA-PC arány.
- A BPA-PC metanolízisére sikeresen felállítottunk egy 2⁴-es teljes faktortervet, melyben a centrumponti kísérletek kiváló konverziót és BPA-termelést eredményeztek.
- Jövőbeli tervünk a felállított kísérleti terv folytatása és a BPA-PC lebontásának kísérlettervezéssel való optimalizálása.

Hivatkozások

- Ragossnig, A. M., Agamuthu, P. *Waste Manag. Res.* 2021, 39, 629-630.
- <https://theroundup.org/plastic-waste-statistics/> (2022. október 17.)
- Do, T.; Baral, E. R.; Kim, J. G. *Polymer* 2018, 143, 106-114.
- Kim, J. G. *Polym. Chem.* 2020, 11, 4830-4849.

Rövidítések

BPA-PC	: poli(biszfenol-A-karbonát)	Si-TEA	: trialkil-aminnal funkcionizált szilikagél
BPA	: biszfenol-A	Si-THU	: tiokarbamidral funkcionizált szilikagél
HDPE	: nagy sűrűségű polietilén	Si-GUA	: guanidinnel funkcionizált szilikagél
LDPE	: kis sűrűségű polietilén	DMK	: dimetil-karbonát
PP	: polipropilén	NMR	: mágneses magrezonancia
Si-TBD	: 1,5,7-triazabicyclo[4.4.0]dec-5-énnel funkcionizált szilikagél		

Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik az OTKA (FK138037) és a Richter Gedeon Talantum Alapítvány anyagi támogatását. A poszter a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-1-I-BME-160 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.