



Imre Balázs<sup>1,2</sup>–Renner Károly<sup>1,2</sup>–Pukánszky Béla<sup>1,2</sup>

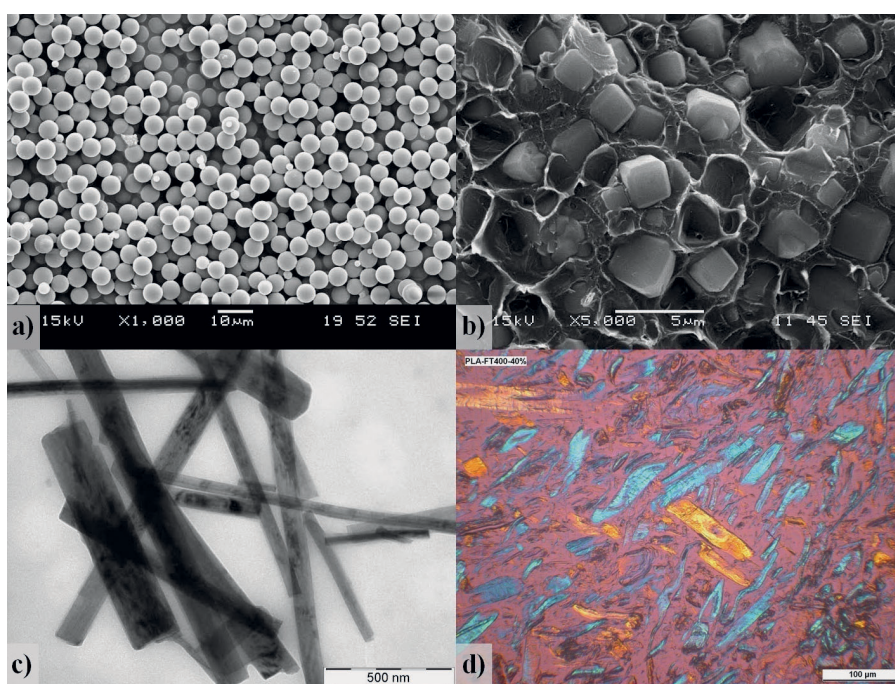
<sup>1</sup> BME Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

<sup>2</sup> MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Polimer Fizikai Kutatócsoport

# Mesterséges és biopolimerek módosítása fizikai és kémiai módszerekkel

**A** Magyar Tudományos Akadémia (MTA) Természettudományi Kutatóközpontjának (TTK) Polimer Fizikai Kutatócsoportja 1995 óta közös szervezeti egységet alkot a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) Műanyag- és Gumiipari Laboratóriumával; a két egység oktatási és kutatási feladatait egységes, összehangolt módon végzi. Tevékenységünk széles skálát ölel fel mind az alap-, mind pedig az alkalmazott kutatásban, elméleti problémák vizsgálatától alapanyagok jellemzésén és új anyagok létrehozásán át technológiai problémák megoldásáig.

Hosszú évek óta a Kutatócsoport munkájának gerincét adja a polimerek tulajdonságainak módosítása az adott alkalmazási terület elvárásainak megfelelően. Ennek talán legelterjedtebb módja a keverékek és kompozitok előállítása. Kutatásaink ezen a területen elsősorban a heterogén polimer rendszerekben kialakuló határfelületi kölcsönhatások és szerkezet-tulajdonság összefüggések vizsgálatát, módosítását, illetve a tulajdonságok előrejelzését célozzák, megfelelő modellek segítségével [1]. A polimer keverékek fejlesztése során elsőrendű célunk az ütésállóság növelése, valamint specifikus, az adott felhasználáshoz igazított tulajdonságok létrehozása. Számos különböző polimer mátrix, töltőanyag és szál felhasználásával állítunk elő mikro- és nanokompozitokat [2] (**1. ábra**). Az ipar, illetve a fogyasztók elvárásaira, valamint a legújabb környezetvédelmi irányelvekre tekintettel az utóbbi években különös figyelmet fordítunk a természetes töltőanyagokkal kapcsolatos kutatásokra. Hatékony módszereket alkalmazunk a töltőanyagok felületi jellemzésére, valamint a keverékek és kompozitok mechanikai tulajdonságait meghatározó, mikroszkopikus

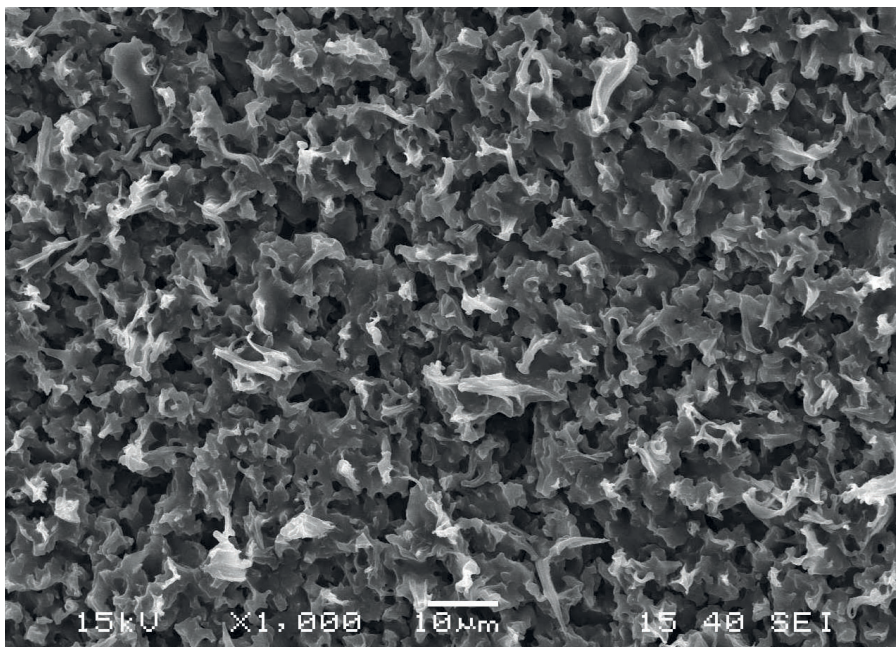


**1. ábra.** Töltőanyagok és kompozitok: a) térhálós poli(metil-metakrilát) modellrészecskék, b) zeolit polisztirol mátrixban, c) titanát-nanoszálak, d) faliszttal erősített politejsav-kompozit

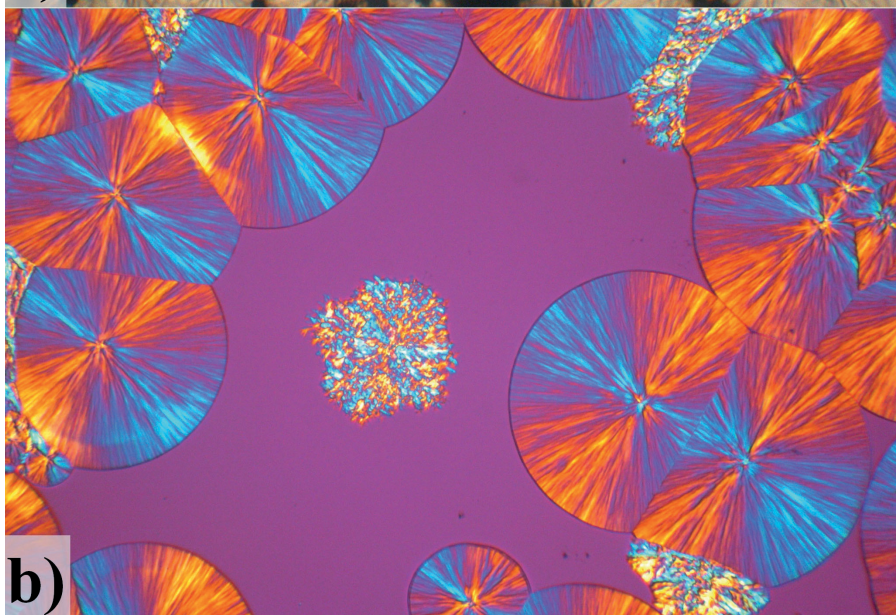
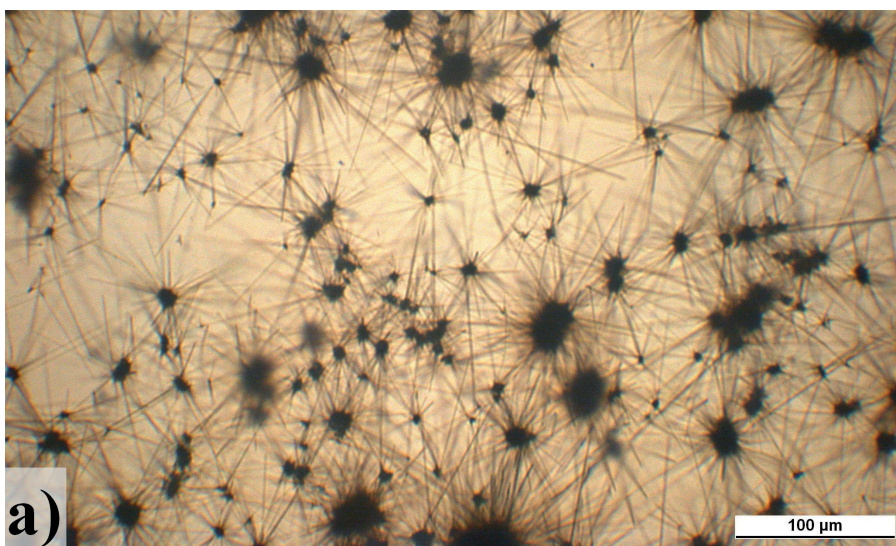
szinten lejátszódó deformációs folyamatok felderítésére [3]. Ezek pontosabb leírását segítik az általunk létrehozott, meghatározott szemcseméretű, szűk szemcseméret-eloszlású polimer részecskéket tartalmazó modellkompozitok. Tapasztalatainkat ipari fejlesztésekben is kamatoztatjuk: jelenleg többek között szénszállal erősített poliolefinekkel kapcsolatban folynak kutatások, de a közelmúltban fejlesztettünk faliszttal erősített szerkezeti anyagokat az autóipar számára, valamint vízmegkötő kompozitokat gyógyszeripari felhasználásra [4]. Az utóbbihoz hasonló funkcionális polimer rendszerek alkalmazása rohamo-

san terjed a műanyagiparban, elsősorban a csomagolástechnikában. Ezek az anyagok alapvető rendeltetésükön felül valamilyen többletfeladatot töltenek be, így például szabályozzák a víz- és oxigéntartalmat, aromaanyagokat bocsátanak ki vagy antibakteriális hatással bírnak.

A műanyagokra vonatkozó egyre szigorúbb környezetvédelmi előírásoknak, illetve a modern orvostudomány igényeinek megfelelően egyre nagyobb szerep jut a Kutatócsoport munkájában a természetes alapú, illetve lebontható biopolimereknek. Ezek tulajdonságai azonban egyelőre jellemzően nem érik el a hagyományos mű-



2. ábra. Szelektív kioldással létrehozott polikaprolakton vázanyag (pásztázó elektronmikroszkóppal készített felvétel)

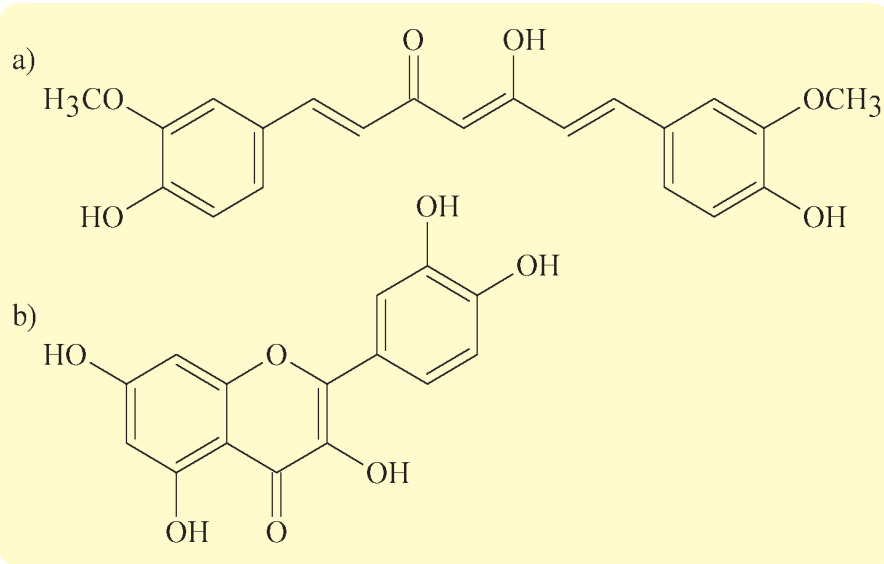


anyagok teljesítményét, ezért kiemelten foglalkozunk módosításukkal hagyományos társítás és innovatív, reaktív módszerek segítségével [5]. Dolgozunk többek között termoplasztikus keményítőalapú keverékek, nano- és biokompozitok, valamint természetes szállal erősített, illetve ütésálló politejsav fejlesztésén. Biokompatibilitásuknak és lebonthatóságuknak köszönhetően kiemelkedő jelentőséggel bír a biopolimerek orvosi alkalmazása. Napjainkban a gyógyítás egyik legnagyobb kihívása a funkciójukat sérülés vagy betegség következtében ellátni képtelen szervek pótlása, helyettesítése, amit jelentős mértékben segíthet az emberi szövetek mesterséges úton történő tenyésztése. A szövettenyésztéshez megfelelő vázanyag szükséges, amelyen a sejtek megtapadnak, és azon szaporodni képesek. Laboratóriumunkban polikaprolakton-alapú keverékekből hozunk létre ilyen porózus szerkezeteket (2. ábra) az egyik komponens szelektív kioldása útján. Emellett – építve korábbi eredményeinkre – hatóanyag-leadó bevonatok, illetve implantátumok fejlesztésén dolgozunk.

Nagy hangsúlyt fektetünk a hagyományos polimerekkel, elsősorban poliolefinekkel kapcsolatos alap- és alkalmazott kutatásokra is. A szemikristályos polimerek jellemzőit döntően meghatározza azok kristályszerkezete. A Kutatócsoportban hosszú ideje folynak kutatások ezen anyagok – többek között a kiváló ütésállóságáról ismert  $\beta$ -kristálymódosulatú polipropilén (PP) (3. ábra) – oladási és kristályosodási jellegzetességeivel, valamint morfológiájával kapcsolatban. Az ipar igényeinek megfelelően kiemelt figyelmet fordítunk az optikai és mechanikai tulajdonságok, valamint a molekula- és kristályszerkezet közötti kapcsolat felderítésére és annak mennyiségi leírására megfelelő modellek segítségével [6].

Csoportunk kiterjedt tapasztalatokkal rendelkezik a polimerek degradációs folyamatainak vizsgálatában. Évtizedek óta folyamatosan részt veszünk poliolefinekben alkalmazható, hatékony stabilizátorrendszerek kidolgozásában ipari partnereink számára. Mivel számos kérdés vetődött fel a korábban alkalmazott stabilizátorvegyületek bomlástermékeinek környezeti és egészségügyi hatását illetően, kiemelt célunk ezek kiváltása természetes

3. ábra. Szemikristályos polimerek vizsgálata: a) szorbitolalapú göcképző polipropilénben, b) a PP  $\alpha$ - és  $\beta$ -módosulatú kristályos egységei

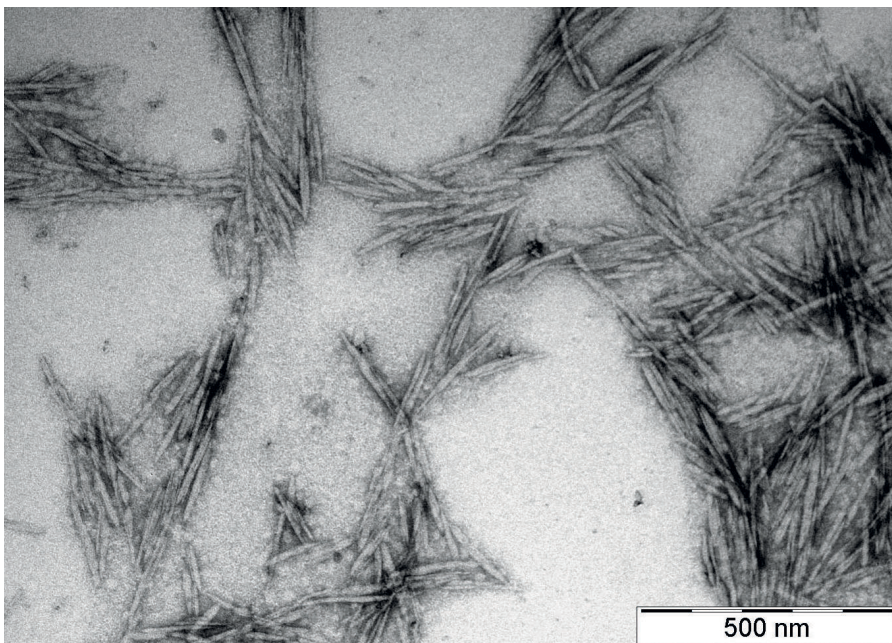


4. ábra. Természetes antioxidánsok: a) kurkumin, b) kvercetin

antioxidánsokkal. Eredményeink egyértelműen bizonyították, hogy a környezetbarát stabilizátorok – így a kurkumin vagy a

kvercetin (4. ábra) – hatékonyságban is felveszik a versenyt a hagyományos vegyületekkel [7].

5. ábra. Nanocellulóz viszkerek hígított szuszpenziója



A Műanyag- és Gumiipari Laboratóriumon belül működő textilkémiai csoport tevékenységében szintén kiemelt figyelem irányul a környezetbarát eljárások kutatására, fejlesztésére. A nemzetközi trendekkel összhangban a csoport elsősorban cellulózalapú szálanyagok hidegplazma-kezelésére, valamint környezetbarát, enzim felületmódosítási technológiákra és azok hatékonyságnövelésére koncentrált [8]. Vizsgálják emellett újszerű, magas hozzáadott értékű termékek létrehozásának lehetőségét lignocellulóz alapanyagokból, elsősorban nanocellulózból (5. ábra).

A kutatócsoport kezdettől fogva nagy hangsúlyt fektet arra, hogy szoros kapcsolatot alakítson ki ipari partnereivel, köztük alapanyaggyártókkal (TVK Nyrt., Borealis AG), műanyag-feldolgozókkal (Inno-Comp Kft., PEMŰ Zrt.), orvostechnikai eszközgyártó vállalkozásokkal (Medicentur Kft.), valamint kutatás-fejlesztésben érdekelt cégekkel (TCKT GmbH, műanyagokkal kapcsolatos tudástranzfert segítő osztrák szervezet), hazai kis- és középvállalkozásoktól a nemzetközi nagyvállalatokig. Partnereinknek stabil tudományos alapokra épülő, a gyakorlatban hasznosítható eredményeket kívánunk nyújtani, ezzel segítve elő új termékek és technológiák fejlesztését.

#### IRODALOM

- [1] K. Renner, J. Móczó, G. Vörös, B. Pukánszky, Eur. Polym. J. (2010) 46, 2000.
- [2] G. Keledí, J. Hári, B. Pukánszky, Nanoscale (2012) 4, 1919.
- [3] K. Renner, J. Móczó, P. Suba, B. Pukánszky, Compos. Sci. Tech. (2010) 70, 1141.
- [4] C. Kenyó, D. A. Kajtár, K. Renner, C. Kröhnke, B. Pukánszky, J. Polym. Res. (2013) 20, 294.
- [5] B. Imre, D. Bedő, A. Domján, P. Schön, G. J. Vancsó, B. Pukánszky, Eur. Polym. J. (2013) 49, 3104.
- [6] Z. Horváth, A. Menyhárd, P. Doshev, M. Gahleitner, G. Vörös, J. Varga, B. Pukánszky, ACS Appl. Mater. Inter. (2014) 6, 7456.
- [7] D. Tátraaljai, B. Kirschweg, J. Kovács, E. Földes, B. Pukánszky, Eur. Polym. J. (2013) 49, 1196.
- [8] O. E. Szabó, E. Csizsár, K. Tóth, G. Szakács, B. Koczka, Ultrason. Sonochem. (2015) 22, 249.

## Magyarországon is megkezdődött a Fény Nemzetközi Éve

Az Európai Fizikai Társulat kezdeményezésére, az UNESCO támogatásával a 2015-ös évet a Fény Nemzetközi Évnek nyilvánította az ENSZ.

A magyarországi rendezvénysorozat öt fő pillére a tudomány, az oktatás, az ipar, a művészet és a nemzetközi kapcsolatok. A tudomány témakörében elsősorban az MTA intézeti szerveztek programokat, művészeti területen többek között a Múcsarnok ad otthont kiállításoknak, rendezvényeknek. Az

ipari pillér jelenlétével elsősorban a „fényipar” képviselőit kívánják a program mellé állítani, az oktatás terén pedig a tanórákon, iskolai rendezvényeken, különböző szervezésű versenyeken adnának hangsúlyosabb szerepet a fénynek. Az esemény nemzetközi vonatkozását elsősorban az Európai Fizikai Társulat által ebben az évben átadott „EPS Történelmi Emlék hely” budapesti helyszíne adja. Az egyes területekről bővebben a <http://fenyveve.hu> oldalon olvashat. (MTA)

BE