

Új biopolimerek

Az első „biopolimerek” kifejlesztői elsősorban arra törekedtek, hogy azok használat után természetes körülmények között vagy komposztáláskor rövid idő után lebomoljanak. Később a „megújuló forrásból”, azaz növényi alapanyagokból gyártható polimerek felé fordult az érdeklődés. Újabban a kutatók arra törekszenek, hogy a polimereknek legalább valamilyen hányada készüljön megújuló forrásból, de a polimer tulajdonságai ne legyenek gyengébbek a hagyományos műanyagokénál. Ezért ma már „műszaki biopolimerek” is vannak. A következőkben három ilyen újítást mutatunk be.

Tárgyszavak: biopolimer; műszaki alkalmazás; csomagolás; egészségügy; autógyártás; megújuló forrás; PVOH; cellulózalapú polimer.

Egy új PVOH „szuperpolimer”

Az Aquaplast Polymers Ltd (UK, Birmingham) új *HydroPol* márkanévű poli(vinil-alkohol)-ja (PVOH) alapvetően változtathatja meg a csomagolóanyagok újrahasznosítását, de hozzájárulhat a műanyag hulladék környezetszennyező hatásának mérsékléséhez is, beleértve az óceánokon lebegő hulladékszigetek méreteinek csökkenését. *Ez az új PVOH köztes helyet foglalhat el az elsősorban az alkalmazás követelményeit kielégítő hagyományos műanyagok és a biodegradálhatóságot hangsúlyozó műanyagok között.*

A PVOH nem ismeretlen műanyag, már vagy 100 éve alkalmazzák sűrítő anyagként ragasztókban, festékekben, samponokban; csúsztatóként szemcseppekben, kontaktlencsét tisztító folyadékokban; egyadagos mosószerek csomagolásában, mert a mosóvízben tökéletes feloldódik, anélkül, hogy a tiszta ruhán nyomot hagyna. A többretegű műanyag fóliákba vízgőzzáró réteggé építik be.

Míg ennek a polimernek a könnyű oldhatósága sok alkalmazásban nagyon hasznos, gyenge mechanikai tulajdonságai miatt azonban számos célra nem használható. Hátránya az is, hogy ha bekerül az újrafeldolgozásra szánt hulladékáramba, ronthatja annak mechanikai tulajdonságait.

Az Aquaplast cég a reaktív polimerkémiában járatos Gluco Technologies Ltd-vel (UK, Bradford) együttműködve fejlesztette ki a *HydroPol-t*, amely valóságos „szuperpolimer”; mechanikai szilárdsága ugyanis nagyobb a polietilénénél, és többszörösen erősebb a hagyományos PVOH-kénál, emellett megőrizte az oldhatóságát. *Az 1. táblázatban egy HydroPol granulátumból készített 16 µm vastag fóliából gyártott hordtáska és egy ugyanilyen falvastagú PE hordtáska mechanikai tulajdonságai hasonlíthatók össze. A nagyobb mechanikai szilárdság lehetővé teszi a hordtáskák*

gyártására szánt fóliák további vékonyítását, ami anyagmegtakarítást és ezáltal kisebb környezetterhelést eredményez.

1. táblázat

16 µm falvastagságú *HydroPol* és ugyanilyen PE hordtáskákon mért mechanikai tulajdonságok

Tulajdonság	Egység	HydroPol	Szokásos PE
Tépőszilárdság gyártásirányban	mN	2312	80–100
Tépőszilárdság keresztirányban	mN	5988	500–1000
Húzószilárdság gyártásirányban	N/15 mm	47,36	8–10
Húzószilárdság keresztirányban	N/15 mm	42,30	15–20
Átszűrési ellenállás	N	60,07	20–25
Dárdás ütőszilárdság	g	>250	110

A *HydroPol* fóliának természetesen kitűnő a záróképessége is, ellenáll az olajoknak, az oldószereknek, nem ereszt át az oxigént, ezért elektronikai eszközök, festékek,



textilek csomagolására is alkalmas, de az USA élelmiszer- és gyógyszerügyi hatósága, az FDA élelmiszerek csomagolására is engedélyezte. Az 1. ábrán *HydroPol* fóliába csomagolt sárgarépa látható. A fólia a PE-től eltérően, előzetes felületkezelés nélkül, közvetlenül nyomtatható, ami megkönnyíti pl. a vállalati logó felvitelét a csomagolásra.

Az Aquapak a *HydroPol*-t extrúziós technikával állítja elő, amely reaktív keverőrendszert tartalmaz. A granulátum PE feldolgozására alkalmas bármilyen fröccsgépen vagy fóliafúvó berendezésen feldolgozható, az új polimer bevezetése a feldolgozó üzemben nem igényel újabb beruházást. A 2. ábrán a fóliagyártás, a 3. ábrán a kész fóliatekercek láthatók.

A csomagolófóliák az Egyesült Királyságban a műanyagok újrahasznosításának egyik legkevésbé kihasznált forrását jelentik, az ilyen fóliák legfeljebb 15%-a kerül vissza az anyagok körforgásába. Ezeknek ugyanis kicsi a forgalmi értéke, a fóliák gyakran erősen szennyezettek, és a hulladékfeldolgozók attól is tartanak, hogy a biodegradálható fóliák rontják a regranulátum minőségét.

Az Aquapak új PVOH-ja radikálisan oldja meg ezeket a problémákat. Ha ugyanis a *HydroPol* fóliákat külön gyűjtik és zárt láncban reciklálják, egy egyszerű (szabadalommal védett) technológiával ismételt feldolgozható. A fólia infravörös eljárással a kevert hulladékaromból is elkülöníthető. De a szokásos komposztáló eljárásokban

el is bontható. Vagy ha pl. ilyen fóliába csomagolt élelmiszert biogáz fejlesztése mellett anaerob eljárással semmisítenek meg, megtakarítható a kicsomagolás, mert a fólia is tökéletesen lebomlik, és gyarapítja a biogáz mennyiségét.



2. ábra *HydroPol* fólia gyártása



3. ábra Kész fóliatekercek

*A média sokat foglalkozik a tengereket szennyező műanyag hulladékkal. Kívánatos volna, hogy ilyen hulladék egyáltalán ne kerüljön a vizekbe, de ez alighanem a közeljövőben sem akadályozható meg teljesen. De amíg a hagyományos műanyagok a vízben esetleg csak több száz év alatt bomlanak fel tökéletesen, a *HydroPol* sokkal rövidebb idő alatt esik szét teljesen ártalmatlan komponensekre.*

Bár a *HydroPol* tulajdonságaiban sok rokonságot mutat a megújuló forrásokból gyártott biopolimerekkel, *ezt az új anyagot jelenleg petrokkémiai alapanyagokból készítik.* A megújuló forrásokból származó biopolimerek részaránya a világon felhasznált műanyagok legfeljebb 1%-a, mert ezek gyártási költségei jelenleg még magasabbak a kőolajalapúakénál. Az Aquapak tudatosan döntött a hagyományos alapanyagok felhasználásáról, mert új PVOH-ját a PE helyettesítésére ajánlja, de hiába a felsorolt előnyös tulajdonságok, ha a magasabb ár elriasztaná a *HydroPol*-tól a feldolgozókat. Ha a piacon ez a termék sikeressé válik és a felhasználók nagyobb mennyiségben igénylik majd, a cég ki fogja dolgozni megújuló forrásokon alapuló gyártását is.

A cég jelenleg 6–200 μm vastagságú egyrétegű fóliák gyártására, korlátozott mennyiségben, az UK-n belül kínálja a *HydroPol* granulátumot, de Birminghamban már épül évi 30 ezer tonna/év kapacitású polimergyártó üzeme. A polimer fejlesztése tovább folyik. Terveik között szerepel az egy- és többrétegű fóliák gyártására is alkalmas változat(ok) előállítás. Ezeket az egészségügy számára is szeretnék vonzóvá tenni. Pl. kórházi és más egészségügyi intézmények számára lehetne belőlük szennyezett ágyneműt gyűjtő zsákokat készíteni, amelyek a mosás során megsemmisülnek. Laboratóriumi kísérletek bizonyítják, hogy a fóliákkal nem vihetők át az olyan veszélyes kórokozók, mint a colibaktérium vagy az Ebola, ill. a Zika vírus, ezért hozzájárulhatnak a kórházi fertőzések megelőzéséhez. Ausztráliában máris érdeklődnek a

HydroPol-ból készített eldobható kesztyűk, operációs kötények, műtőben alkalmazott egyéb eszközök iránt.

Egy új cellulóزالapú műszaki biopolimer, a Tréva

Az Eastman Chemical Company (Kingsport, Tennessee, USA) egy új cellulóزالapú műanyagot hozott forgalomba *Tréva* márkaneven, amely *áttörést hozhat a biopolimerek műszaki alkalmazásában*. A polimer alapanyaga megújuló forrás: erre a célra nevelt erdei fa. Gyártásához emellett helyben gázosított szénből előállított ecetsavat vagy –anhidridet használnak fel. Ezáltal ez a nagy teljesítményű műanyag csak mérsékelten terheli a környezetet. Jellemző tulajdonságai a vegyszerállóság (ellenáll a bőrre kent kozmetikumoknak, napolajnak, a háztartási tisztítószereknek), a méretállandóság, a jó folyóképesség és a kis kettős törés, amely számos alkalmazásban hasznos lehet. Jó folyóképessége lehetővé teszi vékony falú formadarabok előállítására, ezért a belőle készített termékek könnyűek, mégis tartósak. *Nem elhanyagolható előnye, hogy ára versenyképes a nem biobázisú hőre lágyuló műanyagokéval*. A cég hangsúlyosan kiemeli, hogy a polimer BPA (biszfenol-A) mentes.

Sokoldalúságára példa lehet néhány lehetséges alkalmazási terület. Ilyenek lehetnek pl. a testtel érintkező eszközök (szemüvegkeret, bizsuk, mobiltelefon és számos egyéb személyes tárgy); az átlátszó termékek (lencsék, képernyős kijelzők); az összetett és bonyolult formájú tárgyak (elektronikus eszközök háza, kozmetikai csomagoló és használati eszközök, egyéb „dizájnos” gyártmányok); szigorú előírásoknak megfelelő termékek (élelmiszer-ipari csomagolóeszközök, játékok stb.).

A cég szerint a *Tréva* méretállandósága és hőállósága sokkal jobb bármelyik más biopolimerénél, cellulóزالapja révén könnyen nyomtatható-díszíthető, emellett problémamentesen ismételtelen újra feldolgozható. A 2. táblázat a polimer három világszerte kínált típusának néhány tulajdonságát mutatja be. A *GC6011* változatot bonyolult formadarabok, elektronikus kijelzők, lencsék, átlátszó fedelek, elektronikus eszközök háza, testtel érintkező termékek, mobiltelefonok; a *G6021*-et ugyancsak bonyolult formájú darabok, elektronikus eszközök háza, testtel érintkező termékek, mobiltelefonok gyártására ajánlják. A *PO6026*-ot kifejezetten hallásjavító eszközökhöz fejlesztették ki, ezért ez egy különösen méretstabil polimer, amelynek meleg, kellemes tapintása van, emellett könnyen polírozható és festhető. A *GC6011* 45%, a *GC6021* 42% biokomponenst tartalmaz.



4. ábra A *Roadstar RT* modell külső dekorelemeit a Mazda bioalapú polimerből gyártja

A Mazda egyik új modelljének külső díszítő-elemeit bioalapú műanyagból gyártja

A Mazda Corporation (Hirosima, Japán) *Roadstar RF* gépkocsimodelljének (4. ábra) külső dekorelemeit 2016 decemberétől kezdve a Mitsubishi Chemical (Tokió, Japán) *Durabio* márkanevű

biobázisú műszaki polimerjéből készíti. Ennek a polimernek a tulajdonságaiban a polikarbonát (PC) és a poli(metil-metakrilát) (PMMA) tulajdonságai kombinálódnak. Az átlátszó Durabio alapanyaga növényi eredetű izoszorbit. Kiemelkedő tulajdonsága, hogy könnyen színezhető; a pigmentet csak hozzáadják a polimerhez, és fényes, erősen tükröző, élénk színű felületet kapnak, amely emellett kemény, karcálló és hosszú élettartamú. Egyik típusa, a *Durabio D7340* kiállja az F keménységű ceruzapróbát, 0,45 MPa terhelés alatt mért lehajlási hőmérséklete (HDT értéke) 118 °C, hajlítómodulusa 2800 MPa. Hornyolt próbatesten szobahőmérsékleten mért Charpy ütőszilárdsága 9 kJ/m², lényegesen kisebb, mint a polikarbonaté (76 kJ/m²), ezzel szemben a hornyolatlan próbatest az ütéskor a PC-vel ellentétben nem törik el.

2. táblázat

A *Tréva* műszaki biopolimer három típusának néhány tulajdonsága

Tulajdonságok	Egység	GC6011 Clear	GC6021 Clear	OP6026 Clear
Sűrűség	g/cm ³	1,23	1,22	1,22
Húzófeszültség a nyúlás kezdetén	MPa	55	50	49
Szakadási feszültség	MPa	51	48	48
Szakadási nyúlás	%	21	22	18
Hajlítómodulus	MPa	2160	1946	1940
Rockwell keménység,	R érték	108°	102	100
Izod ütésállóság*				
23 °C	J/m	82	195	216
-40 °C	J/m	66	80	100
HDT érték				
0,455 MPa terh.	°C	116	114	114
0,1,82 MPa terh.	°C	102	100	99
Vicat lágyuláspont	°C	131	130	135
Vízfelvétel**	%	2,3	2,2	2,3
Szerszámzsugorodás	%	0,7	0,8	0,7

* Hornyolt próbatesten, **24 órás bemelegítés után.

Feldolgozási paraméterek egységesen: szárítás deszikkáns szárítóban 75 °C, 4 h; hengerhőmérséklet 235 °C; szerszámhőmérséklet 85 °C; fröccssebesség 30 mm/s; max. tartózkodási idő a hengerben 4 min.

A Mitsubishi és a Mazda közösen kifejlesztette a *Durabio* olyan változatát, amelyet fröccsöntés után nem kell lakkozni. Ebből 2015 óta külső és belső elemeket is gyártanak a *Mazda CX9*, *Axela* és *Demio* modelljeihez. A *Roadstar RF* már az ötödik autótípus, amelyhez *Durabio* polimereket alkalmaznak, és a továbbiakban számuk nö-

vekedni fog. Színes *Durabio* műszerfalat építenek 2015 óta a Suzuki Alto Lapin típusú és színes belső elemeket 2013 óta a Suzuki Hustler típusú gépkocsikba is.

A Mitsubishi 2012-ben kezdte forgalmazni a *Durabio* polimert, és azóta is folyamatosan tovább fejleszti. Ezzel is hozzá kíván járulni a fokozottabban környezetbarát gépkocsik gyártásához.

Összeállította: Pál Károlyné

Williams, J.: A plastic fit for a circular economy. Aquapak Polymers gives PVOH resin a makeover, and says the material could push plastics a step closer to the circular economy = *Plastics Engineering*, 2017. szeptember, p. 36–38.

Aquapak Polymers launches new flexible Hydropol range = <http://bbia.org.uk/aquapak-polymers-launches-new-flexible-hydropol-range/>

Manolis Sherman, L.: PVOH-based resin: Challenger to LDPE and HDPE? = Blog Post: 8/10/2017. <https://www.ptonline.com/blog/post/pvoh-based-resin-challenger-to-ldpe-and-hdpe>

Eastman TRÉVA engineering bioplastic: Naturally better = [spmb4475s-treva-brochure.pdf](http://www.eastman.com/Products/Pages/ProductHome.aspx?Product=71111421&list=products)

Eastman TRÉVA engineering bioplastic GC6011, GC6021, PO6026 = <http://www.eastman.com/Products/Pages/ProductHome.aspx?Product=71111421&list=products>

More, St.: Mazda opts for bio-based engineering plastic in exterior parts for Roadstar RF = *Automotive and Mobility. Sustainability, Compounding, Injection Molding, Materials*. 2017. febr. 2. www.plasticstoday.com

A Moldex3D cég új szimulációs programcsomagja

Az amerikai Moldex3D North America Inc. bemutatta a *Moldex3D* szimulációs programjának új *R16* verzióját, amely megbízható, nagy hatékonyságú szimulációs megoldás a termékinnováció felgyorsításához.

A program egyik előnye, hogy a fröccsszerszámok gátjainak optimális elhelyezését képes gyorsan, iterációs technikával meghatározni, ami elsősorban a nagyméretű termékeknél előnyös, mielőtt a termék tervezésének általános ellenőrzésére sor kerülne.

Az *R16* verzió emellett lehetővé teszi kompozitok és speciális öntési eljárások szimulációját is, így a gyanta transzferöntésre, a poliuretán habosított fröccsöntésre, a szálerősítésű műanyagok fröccsöntésére, a forrócsatornás fröccsöntésre is alkalmazható.

Az automatizált szimulációs munkafolyamat (ASW) a Moldex3D API és a terméktervező rendszereinek integrálásával a felhasználók számára növeli a hatékonyságot a szimulációs folyamatok automatizálásával, ami csökkenti a szimulációs munkafolyamatok komplexitását és elkerüli a manuális műveletek hibázási lehetőségeit.

Az *R16* rövid idő alatt több szimulációs feladatot képes megoldani. Például 30%-kal csökkenti a szerszámüreg kitöltésének és az utónyomás tömörítő hatásának szimulációs idejét.

F. L.

Goldsberry C.: Moldex3D to preview next-gen plastic injection molding simulation software at PLASTECH West = www.plasticstoday.com, jan. 23. 2018.

www.quattroplast.hu