

A bioműanyagok jelene és jövője

Napjaink műanyagos szakirodalmának egyik kedvelt témája a bioműanyagok helyzete és jövője. Legutóbb a *Szemle* 2006. 2. számában olvashattak a témáról. A PLA kapacitások bővítése elsősorban az USA-ban fogja éreztetni a hatását, de az európai bioműanyag-gyártás is fejlődik. A bioműanyagok felhasználásának növekedése az évi 20%-ot is elérheti a jövőben.

Tárgyszavak: biopolimerek; bioműanyagok; környezetvédelem; csomagolás; polilaktid.

Piaci helyzet

Napjainkban egyre nő a bioműanyagok jelentősége. Mind a környezetvédelem előtérbe kerülése, mind a magas olajár az olajalapú műanyagok helyettesítése irányába orientálja a felhasználókat és a gyártókat. Egy 2004-ben az **Utrecht University** és a **Fraunhofer Institute** által készített tanulmány – a *Probip riport* – 2020-ra 1,4 millió tonna biológiailag lebomló műanyag felhasználását várja a 2000. évi 0,9 millió tonnával szemben. Némelyik gyártó ennél nagyobb, évi 20%-os növekedésre is számít.

Sokféle biológiailag lebomló műanyag van a piacon, de biopolimernek csak azt nevezik, amelyet megújuló nyersanyagokból állítanak elő.

A megújuló nyersanyagból előállított és biológiailag lebomló csomagolások iránt különösen az élelmiszeripar érdeklődése nő. Ennek főbb okai:

- a magas olajár, amely miatt az olajalapú műanyagok elveszthetik árelőnyüket;
- a környezetbarát csomagolás javítja a termék és a cég imázsát;
- néhány országban támogatott programok indulnak, ill. szigorítják a hagyományos műanyagok használatát a csomagolásban. Franciaországban, pl. 2010-re minden műanyag zacskónak biológiailag lebomlónak kell lennie, Németországban pedig még pénzügyi eszközökkel is támogatják ezt 2012-ig.

Egy sor kereskedelmi lánc tette már magáévá ezt az ügyet: **Tesco, Marks & Spencer, Migros, Coop, Carrefour, Monoprix, Auchan, Iper** stb. Többféle, nem ritkán egészen exkluzív terméket csomagolnak bioműanyagba, azonban a fő alkalmazás mégis a friss termékek csomagolása fóliával, zsugorfóliával és tálcával. A felhasznált bioműanyagoknak funkcionális hozzáadott értékük is van. Jobb lég- és vízgőz-áteresztő képességüknek köszönhetően nő az olyan termékek eltarthatósága (shelf life) a polcon, mint a gyümölcs és a zöldség. Ugyanakkor éppen ezek miatt a tulajdonságaik miatt kevésbé alkalmasak a tartós élelmiszerek csomagolására. Ma a csomagolásban leggyakrabban használt biopolimerek alapja a politejsav (polilaktid – PLA), a ke-

ményítő, a speciális kopoliészter vagy a poli(hidroxi-alkanoát) (PHA). Hasonlóan a többi szintetikus polimerhez, itt is van lehetőség a tulajdonságok optimalizálására bevonatolással vagy keveréssel, de a lehetőségek száma, a tulajdonságok variációja lényegesen kisebb. Sok védőfunkció csak hagyományos szintetikus polimerrel érhető el. Vannak egyéb felvetések is: gyakran nem teljesül a génmanipuláció-mentes (GMO) termelés követelménye az alapanyagnál, a csomagolásnál is felléphetnek problémák, pl. a PLA film olyan „hangos”, hogy a csomagolóknak fülvédőt kell használni, a PLA hegesztése a vízfelvétel miatt nem megbízható, a PLA tálcák 45 °C-on zsugorodnak stb. Emiatt van az, hogy *ma még a „zöld” csomagolás nem igazolja a várakozásokat tömegméretekben. Mindazonáltal a bioműanyagok piacán a növekedés meghaladja az átlagos értékeket; ez a termékcsoport életpályája kezdetén van.*

Az olajár és a bioműanyagok

A bioműanyagok alapanyaga valamilyen megújuló természetes nyersanyag. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy versenyképességük független az olajtól. A szinte minden termékre kiterjedő általános hatáson kívül tekintetbe kell venni, hogy a biopolimerek előállításához is energiát igényel. A **Novamont Mater-bi** termékének előállítása, pl. a hagyományos polietilénhez szükséges energia majdnem 80%-át igényli. A **NatureWorks** szerint a PLA termékek gyártásánál a hagyományos polimerekhez képest 25–55% energiamegtakarítás érhető el.

Ezenkívül egy sor biológiailag lebomló műanyagba kevernek olajalapú polimert a tulajdonságok javítására. Sok keményítóbázisú anyaghoz kevernek pl. polikaprolaktont vagy poli(vinil-alkoholt), amelyek fosszilis alapanyagból nyerhetők. Ugyancsak a tulajdonságok javítására a **BASF** gyárt *Ecoflex* néven egy biológiailag lebomló, de olajalapú polimert, amelyet PLA keverékekhez használnak.

Az olajhoz és a hagyományos energiákhoz való technológiai kapcsolat magyarázza, hogy a biopolimerek sem kerülhetik el az áremelést, ha az olaj- és energiaárak emelkedését követően a polimerek ára is növekszik. A piacvezető **NatureWorks** *20%-ot is elérő áremelést hajtott végre 2006 szeptembere óta*, bár ez ellen a vevők erőteljesen tiltakoznak. Hasonló hírek jönnek a többi gyártótól is. Mindez azért említésre méltó, és sokak számára meglepő, mert az utóbbi néhány évben a bioműanyagok ára stabil volt, sőt időnként még csökkentek is az árak. Még a mostani 20% is mérsékeltnek tűnik pl. a polietilén 40%-os árnövekedéséhez képest. A német **BIOP Biopolimer Technologies** szerint a bioműanyagok árában van még tartalék: *a gyártott mennyiség növekedésével csökkenhetnek a költségek*. Ugyanakkor árnövelő tényező, hogy a nyersanyagul szolgáló mezőgazdasági termékeket, a biomasszát egyre nagyobb mértékben használják a bioüzemanyagok, gabonából és cukorból a bioetanol előállítására.

Bioműanyagok bemutatkozása a Pack Expón

A bioműanyagok iránti folyamatosan növekvő érdeklődést az is mutatja, hogy egyre újabb anyagok, szereplők és alkalmazási területek jelennek meg. Ezt tanúsította

a 2006. október végén Chicagóban megrendezett Pack Expo is, ahol a szektor számos szereplője mutatkozott be az újdonságaival.

A PLA első és legnagyobb gyártója, az amerikai **NatureWorks** jelenlegi kapacitása 140 000 tonna, amely teljes egészében vevőre talál. A legnagyobb részt hőformázással és fóliaextrúzióval dolgozzák fel, de terjed a nyújtva-fűvott palackok előállítására is. A kiállításon újdonságként mutatták be a zsugorcsoveket és az emulziós bevonatolást.

A kiállításon megjelent a **Metabolix** cég, amely most tervezi egy 50 000 tonnás PHA üzem építését. Egy másik amerikai cég, a **teInnovations Inc.** júniusban hozta a piacra a *PSM Bioplastic* nevű, keményítőből kiinduló termékét, amely extrudálható, hőformázható.

Az olasz **Novamont** cég 100 millió EUR összegű beruházással egy újabb 60 000 tonnás üzemet fog építeni, amelyben kukoricából és növényolajból gyártanak majd bioműanyagot. A Novamont a megújuló nyersanyagból előállított műanyagát, a *Mater-Bi-t* már több mint tíz éve forgalmazza a piacon. Jelenleg 120 alkalmazottal dolgoznak, kapacitásuk évi 20 000 tonna, az éves forgalmuk 35 millió EUR. Az új, 2008-ban induló üzemet Terniben (Olaszország) építik.

Az **Alcoa Kama** cég bejelentette, hogy PLA alapon extrudálható és hőformázható fóliát fog piacra hozni csomagolási célokra.

Ahogy ez egy életciklusa elején levő termékcsoporthoz magától értetődik, a technológiák optimalizálására, sőt, új nyersanyagok bevonására intenzív kutatások folynak. Tavaly augusztusban helyeztek üzembe egy kísérleti üzemet a németországi **Leibnitz Intézetben** évi 10 tonna kapacitással, amely a korábbinál nagyobb hatásfokkal állít elő PLA-t rizsből.

Folynak a kutatások azzal a céllal is, hogy a fermentálható cukrot ne gabonafélékből állítsák elő, ezáltal csökkentsék a biopolimerek függését az általános gazdasági feltételektől. A kutatások célja, hogy a cukrot fából, a facellulózsból nyerjék ki.

Merev falú csomagolások polilaktidból (PLA)

A számos biopolimer között a legnagyobb mennyiségben gyártott és árban is versenyképes anyag a leggyakrabban kukoricából előállított tejsav-polimerizátum, a PLA, amelynek termelését a **NatureWorks** most emeli 140 000 tonnáról 210 000 tonnára.

A PLA tulajdonságai olyanok, hogy *széles területen képes helyettesíteni a polisztirolt és a poliésztert. Nagyon jó az átszűrással szembeni ellenállása. Transzparens és fényes, ellenáll a zsíroknak, olajoknak és az alkoholnak. Az aroma- és ízanyagokkal szemben megfelelően zár, ugyanakkor vízgőzáteresztő.* Mindezen tulajdonságok nagyon alkalmassá teszik az élelmiszerek csomagolására. Vizsgálatok és tapasztalatok szerint a PLA csomagolás a friss zöldség és gyümölcs eltarthatóságát akár három nappal is megnöveli. További alkalmazás pl. a levélborítékok átlátszó betéte, valamint az értékes kozmetikumok hajtogatott dobozai. *Az alkalmazások zöme merev falú csoma-*

golóeszköz. Kiemelhető pl. a friss saláták eldobható csomagolása. Különösen hatásos marketingszempontról a bioélelmiszerek csomagolása bioműanyagba.

A polilaktidot a szokásos berendezéseken fel lehet dolgozni, mindössze a hőmérsékletprofil igényel kisebb módosítást (csökkentést). Alacsony hőmérsékleten ragasztható önmagával, papírral, kartonnal, jó ragasztási szilárdsággal. A PLA termékeket előkezelés nélkül lehet nyomtatni.

A **Brückner Formtec** cég a 2006-ban Budapesten tartott „3. CEE Film and Sheet” konferencián bemutatott egy, a költségek szempontjából optimalizált PLA fóliagyártó technológiát. A feldolgozás sebessége 800 kg/h. A termelékenység további növelésének az szab határt, hogy a PLA alacsony hővezető képessége, ill. a hengerekre való tapadása nem engedi növelni az elhúzás és a hűtés sebességét. A technológiánál kétcsigás extrudert alkalmaznak, ami drasztikusan csökkenti az energiaszükségletet. Feleslegessé teszi az előszárítást és nagy mennyiségű hulladék visszaadagolását teszi lehetővé. A termikus bomlás elkerülése érdekében a **Brückner** és a **Barmag** szakértői optimalizálták a kétcsigás extruder konfigurációját: kis L/D aránnyal, kímélő csigaprofillal csökkentik a nyírési igénybevételt. A PLA-t így 190-200 °C-on lehet feldolgozni, miközben az olvadék-hőmérséklet 220 °C körül alakul.

A tömeggyártáshoz in-line megoldást javasolnak: a kétcsigás extrudert egy mélyhúzó egység követi. A mélyhúzáshoz nem szükséges mindkét oldalon simított fóliát előállítani, mivel a mélyhúzásos formázás során a kívánt sima felület kialakítható. Az in-line megoldás lényegesen javítja a helykihasználást is. Rendkívüli előny, hogy a kivágás után keletkező rács nem jelentkezik hulladékként, mert a berendezés elején azonnal visszaadagolható.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Reuvers, M.: Bioplastics future in dispute. = Food Engineering and Ingredients, 31. k. 3. sz. 2006. p. 46–47.

Smith, C.: Energy rises hit bioplastics. = European Plastics News, 33. k. 9. sz. 2006. p. 23–24. Bioplastics in full boom. = Modern Plastics Worldwide, 83. k. 12. sz. 2006. p. 10.

Brötzner, H. P.: PLA für steife Verpackungen. = Plastverarbeiter, 57. k. 9. sz. 2006. p. 88.

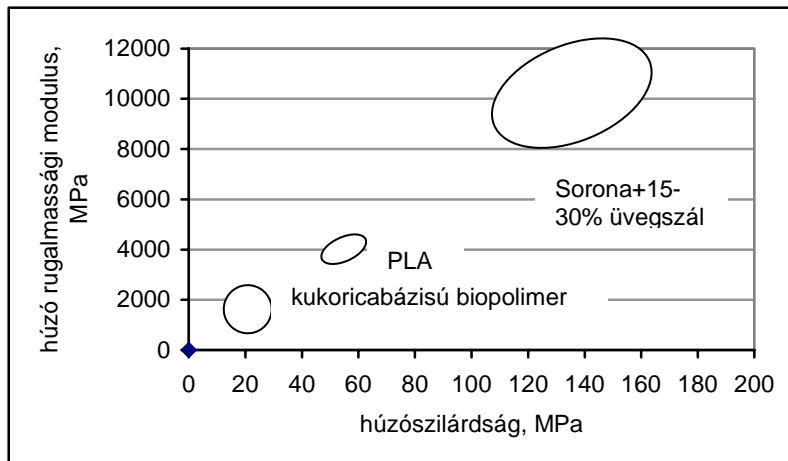
Röviden....

Műszaki műanyagok és hőre lágyuló elasztomerek a biopolimerek között

A **DuPont Engineering Polymers** (Wilmington, Del., USA) az első cég, amely megújuló forrásból műszaki műanyagokat és TPE-t állított elő *Sorona* és *Hytrel* márkanéven. Az előbbi poli(trimetilén-tereftalát) – PTT –, az utóbbi egy hőre lágyuló poliészter elasztomer. Mindkét anyag poliészteralapú és a DuPont azt tervezi, hogy poliamidok is készíthetők természetes anyagokból.

A fent említett műanyagok alapvető alkotóeleme a bio-propándiol (bio-PDO), amelyet kukoricacukor baktériumos fermentációjával állítanak elő. Az eljárás a DuPont szabadalma. A bio-PDO helyettesítheti a petrokémiai úton előállított PDO-t és a butándiolt (BDO).

A Sorona PTT előállításához a bio-PDO-t vagy tereftálsavval, vagy dimetil-tereftaláttal polimerizálják. A PPT tulajdonságai és feldolgozhatósága hasonló a poli(butilén-tereftalát)-hoz (PBT), de a termék felülete fényesebb és az üvegesedési hőmérséklete 15–20 °C-al magasabb. Az 1. ábrán néhány biopolimer mechanikai tulajdonságainak összehasonlítása látható.



1. ábra Biopolimerek húzószilárdsága és rugalmassági modulusa közötti összefüggés

A Sorona felhasználási területe: autóipar, elektronika, villamosipar. Életképességét bizonyítja, hogy a japán **Yazaki** már ebből az anyagból gyártja az autók vezetékhálózatának kapcsolóit.

A biopolimer-alapú lágy *Hytrel* lágy szegmensét a bio-PDO-ból előállított új polioltól készítik. Ez a jelenlegi Hytrelnél szélesebb hőmérséklet-tartományban használható, és jobb a rugalmas visszaalakuló képessége. A megcélzott felhasználási terület az autóipari csövek, tömlők és a fröcsöntéssel előállított légzsákfedél, valamint az energiaelnyelő ütközők.

A bio-PDO-ból előállított *Sorona* és *Hytrel* típusok kereskedelmi forgalmazása 2007 második felében indul.

Plastics Technology, 52. k. 8. sz. 2006. p. 22.

P. Á.

Műanyagok előállítása „zöld eljárással”

A bioműanyagok előállításában az egyik vezető cég az 55 főt alkalmazó amerikai **Metabolix**. Két alaptechnológiájuk ismert; az elsőt jelenleg dobják piacra. Ennek lényege, hogy cukrot, vagy növényi olajat fermentálnak bioműanyaggá (Natural Plastics). A jelenleg fejlesztés alatt álló második eljárásnál az emberi tápláléknak nem alkalmas mezőgazdasági terményeket (pl. fűféléket) közvetlenül használnak fel. Ebben az esetben a műanyag mellett biomassza is keletkezik, amelyből bioüzemanyag állítható elő.

A Metabolix anyagokat a hagyományos műanyag-feldolgozó berendezésekben lehet feldolgozni, ami elterjedésüket nagyban segíti.

A kutatások gyógyszergyárakhoz kapcsolódnak. A cég ugyanis mikroorganizmusokat használ fel a cukor és olaj többlépcsős átalakításához, mindezt egy biológiai célján belül. A polimerizálás szabályozásával különböző tulajdonságú műanyagok – rugalmastól a keményig – állíthatók elő. Jelenleg egy próbaüzemben többféle típust állítanak elő, amelyeket fröccsöntéssel, hőformázással lehet feldolgozni, de ragasztó is készíthető belőlük. A Metabolix polimerjeinek lehetnek olyan tulajdonságai is, amelyekkel a szintetikus műanyagok nem rendelkeznek. Például az anyag, bár vízálló, biológiailag lebomlik, s ezért személyi higiéniai termékekhez használható.

A **Metabolix** cég vegyesvállalatot hozott létre az **Archer Daniels Midland** –del (ADM), amely forgalmazza a polimereket, és 2008-ban létrehozta egy 50 000 t/év kapacitású üzemét Clintonban (Iowa, USA).

A Metabolix második technológiájának üzemelésével, várhatóan 5 éven belül, egyes növényekből – pl. bizonyos fűféléből – közvetlenül lehet majd műanyagot előállítani. Ehhez azonban feltehetően gyorsítani kell a fű növekedését is, hogy kellő mennyiségű alapanyag álljon rendelkezésre.

A Metabolix technológiája 2005-ben rangos díjat nyert (Presidential Green Chemistry Award – ICIS).

ICIS Chemical Business, 1. k. 39. sz. 2006. p. 6.

P. Á.

Új, egyszerű csökkítő elemek meleg vizet szállító csövekhez

A **Wavin** cég szanitercsövek és fűtéshez meleg vizet szállító csövek kötésére egyszerűen összenyomható, mégis nagyon biztonságos kötőelemeket fejlesztett ki. A *SmartFIX* elnevezésű, szabadalommal védett kötőelemek alkalmazásához nem kell különösebb szakértelem. Az összekötendő csövek végét le kell vágni, sorjátlanítani kell, és egyszerűen be kell nyomni a kötőelembe. Ez néhány másodperces munka. A kötőelem műanyag-műanyag, de fém és műanyag csövek kötésére is alkalmas; új csőrendszerhez vagy öreg csőrendszer javításához is alkalmazható. *Titka a különleges O-gyűrű, amelynek száraz bevonata csökkenti a betoláshoz szükséges erőt, és egy előfe-szített szorítógyűrű, amely kívül-belül megfogja a csövet* (ezáltal pontosan pozicionálja), megakadályozza a kötés elszennyeződését (ezáltal tömíttelenné válását). A kötőelemen egy kis ablak is arra szolgál, hogy ellenőrizhető legyen a kötés hibátlan volta. A kötések utólag nem szükséges nyomáspróbának kitenni, tömörségüket szavatolják. A kötőelemeket valamennyi számottevő európai minőségellenőrző intézmény és hatóság bevizsgálta és alkalmazásukat engedélyezte. Poli(fenilén-szulfid)-ból (PPSU) készítik őket. Ez az anyag hőálló, vegyszerálló, mechanikailag szilárd, tartós. A kötőelemeket tartósan 70 °C-on, (rövid ideig 95 °C-on), 10 bar nyomás alatt lehet használni. Jelenleg 16, 20 és 25 mm-es átmérővel, 18-féle változatban (karmantyúk, T- és más szögű elágazások, szűkítők, irányváltók stb.) gyártják őket, de tervezik 15 és 22 mm átmérőjű rézcsövekhez csatlakoztatható változatuk gyártását is.

Macplas International, 2. sz. 2006. jún. p. 68.
www.wavin.com

P. K.-né