

## Műanyagtermékek minőségbiztosítása

A műanyagtermékekkel szemben nagyon szigorúak a minőségi elvárások. Ezt a minőséget csak úgy lehet biztosítani, ha a tervező és gyártó nagyon jól ismeri az alapanyagok tulajdonságait, és a feldolgozás is optimális körülmények között megy végbe. A tulajdonságok meghatározásához a készülékgyártók egyre újabb eszközöket és eljárásokat fejlesztenek ki. A feldolgozók pedig ma már az önmagát korrigáló automatikus gyártási folyamatot tekintik a minőségbiztosítás legmegbízhatóbb eszközének, amelynek fontos része a minden egyes darabra kiterjedő in-line ellenőrzés.

*Tárgyszavak: minőségbiztosítás; laboratóriumi vizsgálatok; új módszerek; nanoanyagok; minőséggyártás.*

## Műanyagok laboratóriumi vizsgálata

A műanyagok vizsgálatára szolgáló laboratóriumi vizsgálati eszközök az elmúlt években sokat fejlődtek, és számos új eszközt is kifejlesztettek, amelyekkel teljes mélységében – akár nanométeres felbontásban – ismerhető meg a műanyagok szerkezete. A vizsgálatok kiterjednek arra is, hogy hogyan befolyásolja a majdani késztermék tulajdonságait egy új adalék, hogyan változhatnak a termék tulajdonságai az időjárás hatása vagy a falvastagság csökkentése miatt. A laboratóriumi eszközök segítségével nyújtanak ahhoz is, hogy egy váratlan meghibásodás után felderítsék a hiba okát.

### *Poliiolefinek elemzése*

A **Polymer Char** cég (Valencia, Spanyolország) poliolefinek vizsgálatára alkalmas eszközök gyártására specializálódott. Egyszerű kémiai összetételük ellenére (a polipropilének és a polietilének kizárólag szénből és hidrogénből épülnek fel) a *poliolefineknek nagyon bonyolult mikroszerkezete van*. Jellemző rájuk a nagy vegyszerállóság, emiatt csak magas hőmérsékleten vihetők oldatba, ami megnehezíti analitikai szétválasztásukat. Annak ellenére, hogy nagyon régen a piacon vannak, fejlesztésük töretlen. Ha viszont gyártásukban valamilyen módosítást hajtanak végre vagy új típust fejlesztenek ki, ismét újra és újra meg kell vizsgálni mikroszerkezetüket.

Mivel a poliolefinek egyes láncmolekuláinak polimerizációs foka nagyon különböző lehet, a *molekulatömeg-eloszlás* jellemző adata a polimernek. Meghatározására teljesen automatikus mintaelőkészítéssel és szűréssel felszerelt gélpermeációs kromatográfot kínál a cég infravörös detektálással (*Gel Permeation Chromatograph, GCP-IR*). A *kopolimerek monomereeloszlásának* mérésére szolgál a *Crystaf* vagy a *Tref*

berendezés. A *molekuláris és a kémiai összetétel kölcsönhatása* tanulmányozható a keresztirányú frakcionáló kromatográffal (*Cross-Fractionation Chromatograph, CFC*), amelyben az emelkedő hőmérséklet mellett eluáló frakcionálást (*Tref, Temperature Rising Elution Fractionation*) és a GPC-t egyesítették, és amely nagyon erősen részletezett kétvariánsos 3D-s elemzést tesz lehetővé.

A Polymer Char berendezéseit eredetileg kutató-fejlesztő laboratóriumok számára fejlesztette ki, de újabban feldolgozóüzemekben alkalmazható minőség-ellenőrző berendezések előállításán is dolgozik. 2011-ben kezdett forgalmazni PP-k xilolban oldható részének meghatározására és a belső viszkozitás mérésére alkalmas ipari készülékeket. Ezek ugyanolyan pontos és megbízható eredményeket szolgáltatnak, mint a laboratóriumi eszközök, de robusztusabb felépítésűek és kezelésük is egyszerűbb.

### *Autóipari műanyagok vizsgálata*

Az autóiparban alkalmazott műanyagoknak – alkalmazási céljuktól függően – nagyon sokféle követelményt kell kielégíteniük. Nagyon fontos, hogy biztonságosak legyenek, és hogy kielégítsék a vásárlók megjelenésre és minőségre vonatkozó elvárásait.

Az **Intertek Group plc** londoni székhelyű független nemzetközi vizsgáló és minősítő intézmény. Számos más terület mellett autóipari anyagok bevizsgálását is vállalja. *Egy anyagról már a fejlesztés korai szakaszában meg tudja mondani, hogy alkalmas lesz-e a tervezett célra.*

Egyik legutóbbi munkájában a **Polyscope Polymers B.V** (Geleen, Hollandia) számára vizsgálta, hogy annak *Xiran* márkanevű módosított sztirol/maleinsavanhidrid (SMA) anyagai alkalmasak-e a gépkocsi belsejében a műszerfal tartóelemének gyártására. A Polyscope Polymers azért kezdte meg ennek az anyagnak a gyártását, mert korábbi gyártója, a **Nova Chemicals** megszüntette a *Dylark SMA* forgalmazását. Az Intertek fizikai és kémiai vizsgálatokat (zsugorodás, ütésállóság stb.) végzett, és segítette kialakítani az optimális tulajdonságokat. A gépkocsik tervezésekor ma a tömeg és a CO<sub>2</sub>-emisszió csökkentése áll az előtérben, de a könnyebb szerkezeti elemeknek a korábbiakkal összehasonlítva legalább olyan erősnek, ütésállóknak vagy azoknál is jobbnak kell lenniük.

### *Hibaelemzés*

Ha egy műanyagból készült darab hibásnak bizonyul – akár fröccsöntés után közvetlenül, akár használat közben a vásárlónál – fontos megkeresni a hiba okát. A hibaelemzéssel meg lehet előzni a bajt, és meg lehet állapítani, hogy miért hibásodott meg pl. a prototípus.

Az USA-ban a **Madison Group** (Wisconsin) vállal hibaelemzést műanyagokban. A feldolgozóüzemeknek ehhez többnyire sem idejük, sem felszerelésük, sem kellő hozzáértésük nincs. A hibaelemzés kezdetekor az első kérdés, hogy hogyan és miért hibásodott meg a kérdéses darab. *Általában öt tényezőt kell elemezni: az anyagot, a feldolgozást, a tervezést, a beszerelést és a karbantartás körülményeit.*

A vizsgálatot végzők munkájuk kezdetén összegyűjtik a háttérinformációkat: hogyan készült a hibás darab, hogyan szervizelték azt. Ezután alaposan szemrevételezik a darabo(ka)t: látszik-e rajta/rajtuk sérülés, ha igen, valamennyi darabon ugyanott jelentkezik-e; van-e rajta/rajtuk elszíneződés. Ezután mikroszkópos vizsgálatot végeznek: észlelhető-e a felületen mikrorepedés; és, ha igen, honnan indul ki és merre tart.

A molekulatömeg, a kémiai összetétel, a mechanikai tulajdonságok ismerete segít a hiba okának feltárásában. Szerencsés esetben a hibás darab tulajdonságai összehasonlíthatók egy ugyanolyan, de hibátlan darab tulajdonságaival (degradáció, szennyeződés vagy más anyagi anomáliák).

Valamennyi információ összegyűjtése után meg kell határozni a hiba fő okát és azokat a tényezőket, amelyek ugyancsak hozzájárultak a meghibásodáshoz. Legtöbbször két vagy három egymást átfedő ok eredményezte a hibát, különösen akkor, ha a darabok legfeljebb 0,1%-ánál lépett az fel. Egy éles sarkokat és hornyokat is tartalmazó darabban ezeken a helyeken az erők koncentrálnak. Fröccsöntéskor ez degradációhoz vezet. Használat közben ugyanítt a legnagyobb pl. egy erőteljes ütés feszültsége. A törés nem következne be, ha a felsorolt okok valamelyike hiányozna: nem volnának éles sarkok és hornyok, amelyeknél koncentrálnak az erők, nem degradálna az anyag; nem érné erős ütés használat közben a darabot.

### *Viszkoelasztikus tulajdonságok*

Az **Anton USA** cég (Ashland, VA) reológiai és szilárd felületek vizsgálatára alkalmas berendezéseket gyárt. Berendezései alkalmasak arra, hogy az adalékok bekeverése nyomán fellépő változásokat meghatározzák. *Modular Compact Rheometer (MCR)* berendezésével a módosíthatatlan és a módosított polimerek különbségeit mérik. Az MCR-rel a műanyag viszkoelasztikus tulajdonságait tanulmányozzák, adatai alapján pl. megtudható, hogy hogyan viselkedik egy anyag használat, ill. tárolás közben. A mérés körülményei széles határok között változtathatók. Előnye, hogy egyetlen készüléken sokféle mérés végezhető és különböző próbatestek vizsgálhatók.

Dinamikus mechanikai-termikus analízis végezhető periódikus nyújtással vagy torzióval, az optikai modul segítségével pásztázó fénysugárban figyelhető meg a felület mikrostruktúrája, ill. annak változása adalékok hatására. A tribológiai modullal a kopásállóság is vizsgálható.

### *Az időjárás-állóság vizsgálata*

Szabadtéren alkalmazott műanyagok esetében egy új receptúra összeállításakor vagy egy korábbi receptúra megváltoztatásakor mindig újra kell ellenőrizni a belőle készített termék időjárás-állóságát. Akkor is el kell végezni a vizsgálatot, ha ugyanazt a műanyagot egy korábbiaktól erősen eltérő klímájú helyen kezdik feldolgozni, különösen akkor, ha az UV sugárzás ott sokkal erősebb. Előfordult pl., hogy az erős napsugárzás hatására a fóliával lehegesztett edényeken a hegesztés ment tönkre. Az időjárás-állóság vizsgálatokor az edény színe nem változott, de elmatult. Ez valószínűleg a felületi struktúra módosulásával járt, ami a hegesztési szilárdságot befolyásolta.

Az USA-ban a **Solar Light Company** (Glenside, Pa) különféle precíziós UV fényforrásokat, napszimulátorokat, fénymérőket, érzékelőket, detektorokat gyárt számos iparág számára. Napszimulátoraiban olyan UV-szűrőket alkalmaz, amelyek révén a minta belsejében a hőmérséklet-emelkedés legfeljebb pár fokkal emelkedik a környezeti hőmérséklet fölé. *A berendezésekben a fény lencsén keresztül jut a próbatestre, a megvilágított terület csökkentésével ezért növelni lehet a sugárzás erősségét.* Egy 57 mm átmérőjű kör megvilágításával pl. egy év alatt hatévi napsugárzást lehet közölni a mintával; ha a megvilágított folt átmérőjét 20 mm-re csökkentik, a hatévi napsugárzás egy hónapra sűríthető.

A Solar Light jelenleg számos műanyag szabadtéri és gyorsított laboratóriumi öregítési vizsgálatai közötti korreláció meghatározásán dolgozik. Az öregített próbatestek színváltozását és fényvisszaverő képességét méri, ehhez kolorimetriás és transzmissziós spektrofotométeres eljárást alkalmaz. Szakítóvizsgálatokat a cég nem végez, de megrendelői kiegészíthetik ezekkel a kapott adatokat.

A beltéri szimulációt is egyre többen igénylik, pl. olyanokat, ahol a napfény üvegablakon keresztül éri a műanyagot. Speciális fluoreszcens lámpákkal az UVA fényt is tudják szimulálni, ezzel imitálják a képernyők fényét. Jelenleg az ilyen vizsgálatokat próbálják gyorsítani, továbbá a szimulált és valódi hatás közötti korrelációt meghatározni.

### *Vékony fóliák vizsgálata*

Nagyon vékony (~500 nm-es) fóliákat védőréteggént alkalmaznak szélvédőkön, sisakokon és más termékeken. Az ilyen fóliák növelik a termékek mechanikai szilárdságát, karcállóságát, élettartamát és szebbé teszik a felületet. Ezeknek a fóliáknak a tulajdonságai eltérhetnek az alapanyag tömb formában végzett vizsgálataiban észlelt tulajdonságoktól, különösen alacsony hőmérsékleten. A ciklikus hőmérséklet-változás hatására a fólia homályossá vagy rideggé válhat. A szokásos vizsgálati módszerekkel ezt a jelenséget nem lehet észlelni.

A Dél-karolinai Egyetem (**University of South-California**, Los Angeles) kutatói ennek a hiánynak a pótlására fejlesztettek ki egy *hibrid optikai mikroüreges rezonátort* (hybrid optical microcavity resonator). A szenzor az ún. „suttogó galéria” elvén működő üregrezonátort tartalmaz (whispering gallery mode resonant cavities). Lézeres megvilágítás alatt a cirkuláló optikai mező kölcsönhatásba lép a mikroüreggel, és az anyagban bekövetkezett bármilyen változás mérhető módon megváltoztatja a berendezésben rezonáló fény hullámhosszát. Ha a mikroüreget bevonják a fóliával, a berendezés jelzi annak optikai és mechanikai viselkedését. A vizsgálati eljárás roncsolásmentes, ami különösen fontos, ha a fólia ciklikus hőmérséklet-terhelés hatására bekövetkező változásait akarják megismerni.

A kutatók az eljárást polisztirollal próbálták ki, és meggyőződtek arról, hogy az valóban nem okoz elváltozást a mintában a vizsgálat időtartama alatt, érzékenysége pedig három nagyságrenddel nagyobb, mint bármely más módszeré. Az eljárást csak nagyon vékony fóliák vizsgálatára lehet alkalmazni, a fény ugyanis csak ~100–150 nm

mélységig váltja ki a rezonanciát. Az eljárás jelenleg csak laboratóriumi körülmények között alkalmazható, de a kutatók már dolgoznak egy ipari körülmények között is működő berendezés kifejlesztésén.

### *Új anyagok fejlesztése*

Az **Oak Ridge National Laboratory (ORNL)** (Oak Ridge, TN, USA) és a müncheni műszaki egyetem (**Technische Universität, München**) kutatói az ORNL neutronforrással forgácsoló berendezését (*Spallation Neutron Source*) és egy mágneses reflectométert (Magnetism Reflectometer) alkalmaznak új funkcionális nanokompozitból előállított vékony fóliák vizsgálatára. Mivel egyre több anyagba visznek be nanorészecskéket, szükség van olyan eljárásokra, amelyekkel *nanoméretű szerkezeteket lehet ellenőrizni*.

A kutatócsoport  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanorészecskéket ágyaz be poli(sztírol-blokk-n-butylmetakrilát) diblokk-kopolimerbe [P(Sdb-nBMA)]. Amíg a nanorészecskék nem haladják meg a 10%-ot, a komponensek önszerveződéssel jól rendezett struktúrát alkotnak. Az eljárás kihívása, hogy a nanorészecskék valóban a saját helyükre kerüljenek, és ne képezzenek klasztereket. A kutatók ezt aszimmetrikus diblokk-kopolimerekkel próbálják kivédeni, amelyekben a blokkok hossza nem azonos. Aszimmetrikus P(Sdb-nBMA)-ból és átlagosan 10 nm-es mágneses  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  nanorészecskékből sikerült 5 és 10 % (V/V) nanotöltőanyagot tartalmazó fóliákat előállítani. A vizsgálatok azt mutatták, hogy hőkezelés előtt a fóliák belső szerkezete nem volt egyenletes, nanorészecskékkal vagy anélkül az aszimmetrikus fóliában fázisszétválást figyeltek meg. Hőkezelés után jól rendezett, kétrétegű szerkezet alakult ki. Ez a szerkezet nanorészecskékkal is stabilnak bizonyult. A kutatók véleménye szerint az ilyen anyagok önszerveződését az egymással érintkező anyagok közötti kölcsönhatások energiája és az egyes komponensek felületi energiája határozza meg.

### *Nanoanyagok elemzése*

A **Neaspec GmbH** (Martinsried, Németország) kutatói kifejlesztettek egy infravörös közeli mikroszkópos módszert, amellyel nanoméretű anyagok elemezhetők 10 nm-es felbontással. Az elemzéshez fényforrásként általában infravörös lézert alkalmaznak, amelynek spektrális tartománya korlátozott. A **Basque Nanoscience Research Center (CIC)** (San Sebastian Spanyolország) és a **Neaspec GmbH** közösen fejlesztett ki egy IV-közeli spektroszkópiás vizsgálati módszert termikus forrással. A *nano-FTIR*-nek nevezett berendezés széles sávú infravörös sávot vesz fel nanoskálás felbontással. A polimer nanokompozitokról 100–1000-szer nagyobb felbontású spektrumot kapnak vele, mint a hagyományos Fourier-transzformációs infravörös (FTIR) spektroszkópiával.

Az eljárás alapja az *atomerő-mikroszkópia (AFM)*, ezért a berendezés szimultán topográfiai információt is ad a felületről. Mialatt az AFM fém tűje a felületet tapogatja, a hőforrás fénye megvilágítja. Az antennaként is működő tű csúcsán megjelenő fény-

felt révén veszik fel a spektrumot, amelyet speciális FTIR spektrométerrel elemeznek. Az eljárással a komponensek kémiai azonosítását is el lehet végezni speciális infravörös „ujjlenyomatuk” alapján.

A polimerminták gyengébb jelet adnak, mint az ugyancsak vizsgált szilikonok és oxidok. A berendezés jelenlegi változata alkalmas vékony fóliák 100 nm-nél nagyobb felbontású kémiai feltérképezésére néhány óra alatt. A kutatók arra törekszenek, hogy a spektrum jel-zaj arányának javításával és nagyobb energiájú hőforrással el tudják majd érni a 10 nm-es felbontást.

## **A minőség biztosítása ellenőrzés helyett magában a gyártási folyamatban**

A mai korszerű, automatizált fröccsöntő üzemekben egyre inkább arra törekszenek, hogy a minőséget ne a késztermék ellenőrzésével biztosítsák, hanem maga a gyártási folyamat legyen tökéletesen megbízható, amelyből nem kerülhet ki hibás termék. Ennek lényege, hogy ha a folyamatba beiktatott érzékelők valahol eltérést érzékelnek az optimális adatoktól, a szabályozórendszer automatikusan úgy igazítja ki a paramétereiket, hogy a termék jellemzői az előre meghatározott tűréshatárokon belül legyenek.

A *Plastverarbeiter* című műanyagipari szaklap interjút készített műanyagipari szakemberekkel – egy vizsgáló- és szabályozóberendezéseket gyártó cég vezetőjével (1), egy fröccsöntést oktató intézmény igazgatójával (2) és egy műanyag-feldolgozó üzem irányítójával (3). Az újságíró konkrét kérdéseket tett fel a minőségbiztosítással kapcsolatban, és erre kérte a jelenlévők választát.

*Első kérdés:* Mely fogalmakat vélik kapcsolatba hozhatónak a minőségbiztosítással a következők közül: bizalom, kitartás, összetartás, fenntarthatóság, állhatatosság, individualizmus?

*Válaszok:* A minőségi célokat leginkább kitartással lehet elérni. A munkacsoport összetartása minden szinten éppen olyan fontos, mint a folyamat fenntartott, állhatatos és folytonos javítása. Fontos az előállítási folyamat maximális pontossággal végzett ismételhőségének fenntartása (2). A minőség folytonos javításában a munkatársak összetartása a legfontosabb. Ebből következik a szükséges kitartás és állhatatosság is. (3). A bizalomnak nincs sok köze a minőségbiztosításhoz, fontosabb a biztonság és az univerzalitás. Ha valaki elhanyagolja a minőségi követelmények teljesítését, ezért néha súlyos árat fizet. Ezért egy üzemben minőségbiztosító rendszert (QS) kell bevezetni és ennek megfelelő elveket kell érvényesíteni annak érdekében, hogy a minőséget biztonsággal lehessen szavatolni és egyetemesen – géptől és embertől függetlenül – lehessen megvalósítani (1).

*Második kérdés:* Milyen technikák fejlesztése tűnik jelenleg a legintenzívebbnek a minőségbiztosításban?

*Válaszok:* A feldolgozóüzemből nézve az optikai berendezések (pásztázó eszközök és komputer-tomográfia) megelőzik a szerszámba épített érzékelőket (3). A szerszám belsejébe épített érzékelők már 40 éve elérhetők, ennek ellenére a szerszámok legfeljebb öt százalékában találhatók ilyenek. Elterjedésükhöz bővíteni kellene a munkatársak ismereteit, és be kellene vezetni őket a szerszámgyártási technológiába. Ha-

sonlóan fontos volna a termográfia szélesebb körű alkalmazása, amely hasonlóan nem túlságosan népszerű. Mindkét eljárás egyelőre mostohagyereke a kiképzésnek és az alkalmazásnak, bár a fröccsöntés lényege a nyomás és a hőmérséklet (2). Meg kell jegyezni, hogy a szerszám belső nyomását és a szerszám belső falának hőmérsékletét érzékelő eszközök az elmúlt negyven év alatt rengeteget fejlődtek. A mérőeszkögyártó cég szabadalmainak 90%-a az utóbbi években a feldolgozástechnikához kapcsolódik, a forrócsatornák kiegyenlítésétől és szabályozásától az ömledékfront automatikus követése által, a zárófúvóka szabályozásán át, a viszkozitás, a nyomás és a darab zsugorodásának mérése nyomán az teljes gép automatikus szabályozásáig terjed. A feldolgozási folyamatától függő vezérlés és szabályozás kétségtelenül a minőségbiztosítás legkorszerűbb területe (1).

*Harmadik kérdés:* A minőségbiztosítás mely eljárásait alkalmazzák majd a közeljövőben?

*Válaszok:* A jövőben két eljárás válik általánossá: a folyamat felügyeletén alapuló on-line minőségbiztosítás és a kész darabok méreteinek optikai ellenőrzése. Mivel a darabok méreteinek meghatározása egyre munkai igényesebb, a feldolgozók számára az optikai módszerek egyre vonzóbbak. A minőséget azonban az elkészítés és nem az ellenőrzés teremti meg, ezért az on-line minőségbiztosító eljárások rendkívül fontosak, a magas költségek miatt azonban jelenleg még viszonylag ritkák (3). Mivel a folyamatfelügyeletnek óriási jelentősége van, a jövő a szerszámba épített szenzorokra alapozott vezérlésé és szabályozásé. Csak ilyenek tudják az embertől, géptől és helytől független minőségi elvet megvalósítani, és csak ezekre alapozva lehet az ésszerű és nagy határfokú automatizálást létrehozni(1). Itt ismét a szerszám belső nyomására és a termográfiára kell gondolni. Bár valószínű, hogy egy mérőberendezést könnyebb eladni, mint egy termográfiás kamerát. Ez arra utal, hogy még hosszú az az út, amelyen érvényt lehet szerezni annak az elvnek, hogy „a minőséget nem ellenőrizni, hanem létrehozni kell”.

*Negyedik kérdés:* Fontos-e a bejövő anyagok ellenőrzése? Mekkora a ráfordítás az „előtárolt” anyagok minőségbiztosítására?

*Válaszok:* Nagyon fontos. Az alapanyagtételek minőség-ingadozása nagymértékben befolyásolja a fröccsöntést. Emiatt az anyagvizsgálatok jelentős költséggel járnak (3). Igen, a beérkező anyagok bevizsgálása legalább nagy vonalakban fontos, de ezt a kérdést nem szabad túlértékelni. Az a döntő, hogy ezek a tulajdonságok mennyire hatnak a feldolgozás folyamatára. A folyóképességet és az ömledék viszkozitását pl. figyelembe kell venni. Ingadozásának hatásait azonban csak a szerszámban végzett on-line mérésen alapuló szabályozással lehet kiküszöbölni (1). Sok fröccsöntő üzemben hiányzik a hozzáértés vagy a megfelelő mérőeszköz, ezért az ilyen ellenőrzés meglehetősen felszínes; maradék nedvesség, folyóképesség (MFI) mérése és kész. A viszkozitás közben tartása a feldolgozás alatt ma minden feldolgozó számára fontos ügy kellene hogy legyen.

*Ötödik kérdés:* Hogyan fejezné be ezt a mondatot: A fröccsöntés folyamata...?

*Válaszok:* ...a fészekben játszódik le, és eredménye attól függ, mennyire uraljuk a folyamatot. Nagyon fontos ezenkívül a termékek gyártásában az ismétlődés pontos-

sága (2). ...túl bonyolult ahhoz, hogy „kívülről” szemléljük (1). ...az a művészet, amelynek birtokában ingadozó minőségű beszállított anyagból konstans minőségű terméket szállítanak ki (3).

Összeállította: Pál Károlyné

Lamontagne, N.: *Plastics testing and analysis = Plastics Engineering*, 67. k. 9. sz. 2011. p. 10–16.

Qualität produzieren statt kontrollieren = *Plastverarbeiter*, 2012. április, [www.plastverarbeiter.de](http://www.plastverarbeiter.de)

## Újrafeldolgozott polilaktid (PLA) vizsgálata

A kukoricakeményítőből nyert polilaktid (PLA) biopolimer csomagolóipari felhasználása – a piacutató cégek jóslatainak megfelelően – fokozatosan emelkedik. Ennek oka nemcsak a biológiai lebonthatóságának köszönhető, hanem annak is, hogy a PLA nyersanyaga nem fosszilis eredetű, megújuló forrásból származik. A használat után keletkező PLA hulladékkal kapcsolatban azonban még kevés a tapasztalat.

Két német (**DeutschesKunststoff-Institut**, Darmstadt; **InstitutfürKunststoffverarbeitung – IKV**, Aachen) és két belga intézet (**VlaamsKunststof-centrum**, Kortrijk; **Celabor**, Verviers) PLA-bólextrudált fóliák többszörös újrafeldolgozásának hatását vizsgálta.

Az első vizsgálatsorozatban a PLA-tmax. ötszörextrudálták, és utána jellemzőként meghatározták az újrafeldolgozott anyagok átlagos molekulatömegét. Megállapították, hogy az újrafeldolgozás számának függvényében a molekulatömeg a friss PLA-hoz képest csekély mértékben, 4–6%-kal csökkent. Ez arra enged következtetni, hogy az ipari gyakorlatban gyakran alkalmazott friss és újrafeldolgozott keverékek feldolgozásánál sem lesz probléma. Ezt további kísérletekkel be is bizonyították: 10–50% újrafeldolgozott PLA-val készült termékek átlagos móltömege mindössze 3–4%-kal volt kisebb a kiinduló PLA-hoz képest.

A PLA újrafeldolgozását, valamint az újrafeldolgozott termék tulajdonságait jelentős mértékben befolyásolja a hulladék PLA minősége és előkezelése. A polilaktid higroszkópos tulajdonsága miatt ugyanis az újrafeldolgozáskor komoly problémát okoz a víz/nedvesség jelenléte, mivel az a molekulaláncok felhasadásához vezet. Az IKV kutatógárdája a víz veszélyének elkerülésére a költséges és energiaigényes kristályosítás helyett a PLA hulladék újrafeldolgozásához a gáztalanító egységgel ellátott egycsigás extrudert javasolja. Ezzel a hatékony feldolgozási módszerrel általában nincs szükség a keverék előszárítására.

A kutatási témát a német Gazdasági és Technológiai Minisztérium (**Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie**) támogatja az ún. *Cornet (Collective Research Networking) program* keretében.

P. M.

K-Zeitung, 43. k. 11. sz. 2012. p.16.

[www.quattroplast.hu](http://www.quattroplast.hu)