

Kicsit komolyabban a PLA-ról

A PLA-ról az elmúlt néhány évben nagyon sok publikáció jelent meg. Ezekből megtudhattuk, hogy biopolimerről van szó, megújuló forrásból állítják elő és hogy biodegradálható. Úgy tűnik, ez a polimer lassan „befut”, és besorolódik a műanyagfeldolgozó üzemek normális alapanyagai közé. Kiderült azonban, hogy még nagyon sok mindent nem tudunk erről a műanyagról. Egy német kutatócsoport azt vizsgálta, hogy hogyan kell szárítani, és milyen gyorsan veszi fel a nedvességet. Az adalékgyártók pedig ma már kifejezetten a PLA számára is kínálnak termékeket.

Tárgyszavak: biopolimer; politejsav; feldolgozás; szárítás; nedvességfelvétel; adalékok.

Szárítani pedig muszáj

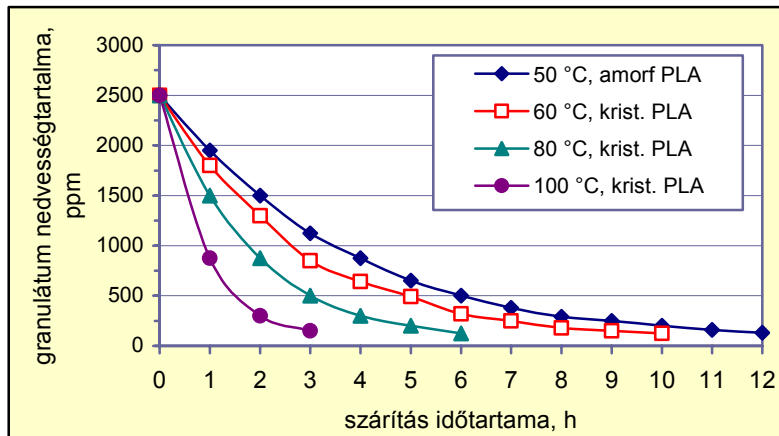
A hagyományos műanyagokhoz képest az új „bioműanyagokról” nagyon keveset tudunk. A würzburgi Műanyagközpont (**Kunststoff-Zentrum SKZ**, Würzburg) és a **Mann+Hummel Pro Tec GmbH** (Bensheim) közösen vállalta, hogy egy kereskedelmi forgalomban kapható PLA, a **Nature Works** (Minnetonka, MN, USA) politejsavján (PLA, polilactid acid) tanulmányozzák ennek a polimernek a feldolgozhatóságát.

Egy biopolimerekről 2009-ben megjelent könyvben a szerzők figyelmeztetnek arra, hogy ha a poláros biopolimereket (és különösen az észter típusúakat) fröccsöntés előtt nem szárítják ki alaposan, azokban a fröccsgépen belül megindulhat a hidrolízis. Ilyen szempontból a politejsav különösen kényes, ezért javaslatuk szerint fröccsöntés előtt a granulátum nedvességtartalma maximálisan 100 ppm (0,01%), extrudálás előtt maximálisan 250 ppm (0,025%) lehet.

A legfeljebb 100 ppm nedvességtartalom betartását javasolja a NatureWorks a fröccsönthető *Ingeo 3251D PLA*-ja adatlapján, mert nagyobb nedvességtartalom mellett az anyag leépülése miatt viszkozitáscsökkenés következhet be. Az adatlapon az *1. ábrán* látható, különböző hőmérsékleten felvett szárítási görbéket közlik, és nyomatékosan figyelmeztetnek arra, hogy az amorf PLA-t <50 °C-on kell szárítani. Az adatlapról az is megtudható, hogy a gyártó a PLA granulátumot alumíniumfóliával kasírozott papírzsákban szállítja, és csomagolás előtt <250 ppm nedvességtartalomig előszárítja.

Az adalap azt nem közli, hogy a *3251D* jelzésű PLA szerkezete kristályos vagy amorf. Ezért nem lehet eldönteni, hogy melyik szárítási görbe vonatkozik rá. A legelőnyösebb volna a 100 °C-os szárítást választani, mert ezen a hőmérsékleten a legrövidebb a szárítás időtartama. 20 °C-kal alacsonyabb hőmérsékleten a szárítási idő meg-

duplázódik. Egy adott átbocsátású fröccsgéphez ezen a hőfokon kétszer akkora szárító-tölcsérre volna szükség.



1. ábra
PLA granulátum szárítási görbéi egyensúlyi nedvességtartalomig. (Harmatpont -40 °C)

Azt, hogy mekkora hőfoknak lehet a PLA granulátumot kitenni, lágyuláspont és üvegesedési hőmérséklet mérése nélkül, egy egyszerű tapadási kísérlettel el lehet dönteni. Meg kell tölteni egy fémhengert a granulátummal és a megcélzott szárítási hőmérsékletre felmelegített szekrénybe kell tenni. Megfelelő idő után ki kell venni, és ki kell borítani belőle a granulátumot. Ha az szétszóródik, a megcélzott hőmérséklet alkalmas a szárításra. Ha a szemcsék összetapadtak, és megtartják a henger alakját, alacsonyabb hőmérsékletet kell választani. Ennek a próbának az alapján a kutatók a 100 °C -os szárítás mellett döntöttek.

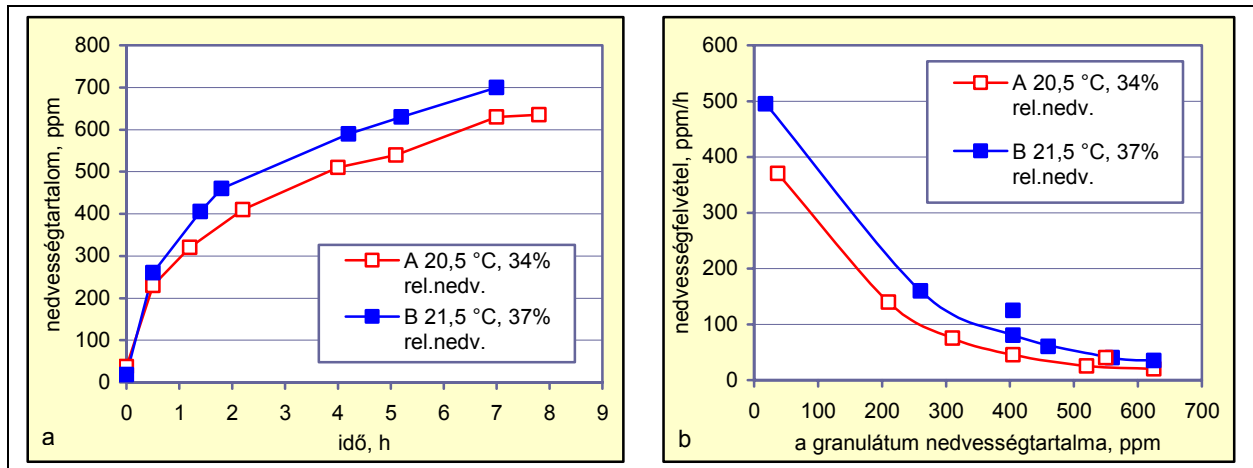
Mennyi a nedvesség a friss anyagban?

Ha a szárítás hőmérséklete adott, annak időtartamát a granulátum kezdeti nedvességtartalma határozza meg. Ezért *Karl Fischer módszerrel*, titrálással felnyitás után azonnal megmérték az öt lezárt zsákban érkezett 25 kg-os PLA tételek víztartalmát. Nagyon vegyes eredményt kaptak. Két zsákban 180 ppm-t mértek, itt a granulátum nedvességtartalma 28%-kal volt kisebb, mint az adatlapban megadott, előszárítás utáni 250 ppm. Két zsákban 450, ill. 430 ppm (+80, ill. +72%), egy zsákban pedig 2300 ppm (+820%) volt a mérés eredménye.

Az 1. zsákból (450 ppm nedvességtartalom) vett granulátumot a Mann + Hummel ProTec GmbH-nál gyártott *Somos T/TF 10 eco* típusú szárítóban 100 °C -on szárították (a száraz levegő harmatpontja -35 °C volt). A szárítási görbe teljesen fedte a granulátumgyártó által megadott görbe alsó (450 ppm-től futó) szakaszát. Háromórás szárítás után a granulátum nedvességtartalma 23 ppm-re csökkent. Ezt azt bizonyítja, hogy az adatlapon megadott görbék irányadóak lehetnek a szárításkor. Az adatlap görbéinek végpontja 100 ppm, ez a fröccsöntéshez ajánlott legmagasabb nedvességtartalom. A kezdeti vízkoncentráció meghatározását azonban – mint a bemutatott példák bizonyítják – nem szabad megtakarítani.

A kiszáritott granulátumot meg kell védeni a nedvességtől!

A felbontott zsákokban lévő granulátumok erősen eltérő nedvességtartalmának több oka lehet. Előfordulhatott, hogy csomagolás előtt az előszáritás nem volt egyenletes, bár ennek kicsi a valószínűsége. A nedvességet a granulátum inkább a betöltés és a zsákok felbontása közben vette fel.



2. ábra Az *Ingeo 3251D* PLA granulátum nedvességfelvétele az idő (*a* kép) és a nedvességfelvétel sebessége a granulátum nedvességtartalma (*b* kép) függvényében.

A esetben a légtér hőmérséklete 20,5 °C, relatív páratartalma 34% (abszolút páratartalma 5,9 g/m³), a granulátum kezdeti nedvességtartalma 37 ppm, *B* esetben a légtér hőmérséklete 21,5 °C, relatív páratartalma 37% (abszolút páratartalma 6,8 g/m³), a granulátum kezdeti nedvességtartalma 18 ppm volt

A kutatócsoport ellenőrzött körülmények között megvizsgálta, hogy mennyi idő alatt képes a PLA a levegőből nedvességet felvenni. A 2. ábra bal oldali képén látható, hogy már viszonylag száraz (a „normál” atmoszféra 50%-os páratartalmával szemben 34, ill. 37% relatív páratartalmú) levegőből is néhány óra alatt több száz ppm nedvességet vesz fel. A száraz granulátum vízfelvételének sebessége különösen nagy, amit a 2/a ábra görbéinek kezdeti meredeksége, és a 2/b ábra görbéinek 500 ppm/h sebességértéke mutat. A fröccsöntéshez ajánlott 100 ppm határértéket a kiszáritott granulátum már 10 percen belül (nagyobb nedvességtartalmú levegőben ennél rövidebb idő alatt) túllépheti. Ha elérte a 300–400 ppm-es koncentrációt, a vízfelvétel 100 ppm/h alá lassul le.

A higroszkóposágnak ezt a magas fokát a feldolgozásnál számításba kell venni. Ha a feldolgozó nem akarja, hogy a kiszáritott PLA rövid időn belül ismét feldolgozhatatlan legyen, meg kell akadályozni, hogy érintkezzenek nedves levegővel. Ha pneumatikus rendszerrel, hosszabb úton vezetik a feldolgozógéphez, a szállításhoz száritott levegőt kell alkalmazni, és magán a gépen is kizárólag száraz levegő veheti körül az anyagot.

A felnyitott zsákokat – ha marad benne anyag –nem szabad nyitva hagyni. A már említett tételt, amelyben felnyitás után 2300 ppm nevésséget találtak, 24 óra hosszat nyitva hagyták. A granulátum nedvésségtartalma ez idő alatt 4400 ppm-re növekedett. Ebből következik, hogy ha egy zsákból PLA granulátumot vesznek ki, a maradékot azonnal légmentesen vissza kell zárni, és a zsákokat száraz helyen kell tárolni. Az anyag előállítójának is ajánlható, hogy ha nagyobb mennyiséget silóban vagy zárt tölcserben hosszabb (6 óránál hosszabb) ideig tárol, a tartályt töltsse fel száraz levegővel vagy száraz nitrogénnel.

A nedves granulátum feldolgozásának következménye

A nedvésség hatását a fröccsöntött terméken egy olyan lap alakú formadarabon vizsgálták, amelynek vastagsága lépcsőzetesen változott, 1, 2 és 4 mm vastag szakaszokból épült fel. Mérték a szárított granulátum térfogati folyási számát (MVR, 2,16 kg terhelés, 210 °C) feldolgozás előtt, majd a különböző nedvésségtartalmú granulátumokból fröccsöntött lapok 1 mm vastag részét feldarabolva fröccsöntés után. Ime az eredmények:

- | | | |
|---|------------------------------|--------------|
| – szárított granulátum, 20 ppm nedvésség | 69 cm ³ /10 min | folyási szám |
| – fröccsöntött próbatest az előző granulátumból | 70,2 cm ³ /10 min | +1,7% |
| – fröccsöntött próbatest 2300 ppm-es granulátumból | 86,7 cm ³ /10 min | +25,7% |
| – fröccsöntött próbatest, 4400 ppm-es granulátumból | 97,2 cm ³ /10 min | +40,9% |

A szárítás után azonnal feldolgozott granulátumból fröccsöntött próbatest anyagának folyási száma gyakorlatilag azonos volt a granulátuméval, ilyenkor az anyag sértetlen marad. A magas nedvésségtartalmú granulátumokból fröccsöntött darabok anyaga ezzel szemben magas fokú hidrolízist szenvedett annak ellenére, hogy tudatosan nagyon kíméletes feldolgozási paraméterekkel – kis csigafordulattal, alacsony hőmérsékleten, kis fröccssebességgel – készítették a próbatesteket.

A hidrolízis a próbatesteken szemrevételezéssel legtöbbször nem észlelhető. Így a vizsgált próbatesteken sem lehetett látni optikai eltéréseket.

Szívósságot növelő adalékok a PLA-hoz

A globális **Arkema** cég szerint a PLA kitűnő műanyag, amelyet megfelelő adalékokkal még további területen is alkalmazhatóvá lehet tenni. Ilyen adalék a *Biostrength 2800* elnevezésű átlátszó, ütésállóságot növelő adalék, amelyet élelmiszerekkel közvetlenül érintkező PLA-khoz is hozzá lehet keverni az átlátszóság romlása nélkül. Ez az adalék növeli az extrudált vagy hőformázott PLA csomagolóeszközök szívósságát, rugalmasságát és tartósságát. A *Biostrength 900* a PLA fémhez tapadását csökkenti, ezáltal megkönnyíti feldolgozását, javítja folyóképességét és szélesíti feldolgozási ablakát.

A **PolyOne Corp.** ugyancsak átlátszó ütésállóságot növelő adalékot kínál *Bio Impact T.* elnevezéssel. Ez sem gyengíti a PLA átlátszóságát és biodegradálhatóságát,

nem befolyásolja az élelmiszerekkel közvetlen érintkezést, de növeli a fóliák tépőszilárdságát, a feldolgozás termelékenységét.

A **Teknor Apex Co.** mesterkeverékeket kínál a PLA gyengébb tulajdonságainak (ütésállóság, elválás a fémtől, ömledékszilárdság) javítására. *Terraloy 9000* jelzésű mestersorozatának tagjai már 10%-ban alkalmazva tízszeresére vagy többre növelhetik a Gardner ütőszilárdságot, javítják a fóliák húzóerejét, megkönnyítik az extrudált fóliák vagy lemezek leválását a fémfelületekről. A granulált adalékok könnyebben dolgozhatók be a PLA-ba, mint a por alakú készítmények.

Összeállította: Pál Károlyné

Heidemeyer, P.; Helm, C. stb.: In tockener Tüchern? = Kunststoffe, 102. k. 4. sz. 2012. p. 78.
PLA-toughening modifiers = Plastics Engineering, 66. k. 10. sz. 2010. p. 19.

Az Engel újdonságai Olaszországban

Az **Engel Itália** tájékoztatása szerint Olaszországban a műanyag-feldolgozók elsősorban új technológiákra, automatizálásra, a technológiai folyamatok integrációjára és az energiamegtakarítási megoldásokra ruháznak be.

Figyelemmel a járműipar aktuális igényeire, pl. a **Mucell-Schaumtechnik** cégnél poliamidból olajoskannákat gyártottak az 5000 kN záróerővel rendelkező *Engel Duo3550/500 Pivo* fröccsgépen. A fröccsgépet olyan *Engel Ecodrive* energiatakarékos szervohidraulikával szerelték fel, amellyel a feldolgozó gép és a gyártott termék típusától függően az energiafelhasználás akár 70%-kal csökkenthető.

Csomagolóipari termékek gyártásához az **Engel Packaging** Milánóban jelent meg az új fejlesztésű, elektromos vezérléssel működő *Engel E-motion 740/200 T* típusú fröccsgéppel. Az új berendezéssel négyfészkés szerszámban (**Schöttli AG**, Diessenhofen, Svájc) polipropilénből vékony falú kerek élelmiszeripari zárófedelek mindössze 4 s ciklusidő alatt állíthatók elő.

Az Engel az olasz **Cantoni&Cantoni S.r.l.** (Abbadia Lariana) céggel együttműködve szabadalomképes fröccsfúvási eljárást fejlesztett ki kisebb űrtartalmú termékek előállítására. Standard fröccsgépen összevonták a fröccsöntést és a fúvást, amivel megtakarítottak egy technológiai lépést. Az *Engel Victory 330/90 Tech* fröccsgépen például kétfészkés szerszámban 19 s ciklusidő alatt töltésre kész kozmetikai tégelyek gyárthatók.

P. M.

Kosmetikiegel im Kombiverfahren = K-Zeitung, 43. k. 10. sz. 2012. p. 15.

Röviden...

Kémiai hatóanyagot tartalmazó tisztítógranulátum

A műanyagok fröccsöntésénél termékváltás vagy színcsere alkalmával a csiga és a hengerek tisztítására különösen nagy gondot kell fordítani. A lerakódások maradéktalan eltávolítása nemcsak rendkívül időigényes, hanem a termelésből kieső idő, valamint az anyagvesztéséből adódó költségek tovább növelik a ráfordításokat.

Németországban a **BVS Ladwig GmbH** 2006 óta forgalmazza a *Z-Clean* márka-névű tisztítógranulátumot. A kémiai hatóanyagot tartalmazó granulátumot magas hőmérsékleten, a termékváltást megelőző mechanikai tisztítás elvégzése előtt javasolt alkalmazni. Az újfajta tisztítószer a hőmérséklet hatására habosodik, az ellenáramlás révén minden szegletbe eljut és a csiga és a hengerek felületét dörzsölés nélkül, a kopás veszélye nélkül takarítja le.

A *Z-Clean S60* márkajelű termék forrócsatornák tisztítására is alkalmas, leoldja és kiöblíti a csigára és a hengerekre lerakódott szennyeződések és színezékmaradványokat. Az új tisztítógranulátum folyóképessége kedvező, ezért kijáratásához az új anyagból kis mennyiségre van szükség. További javaslatok:

- színváltáskor a feldolgozási hőmérséklet megemlése az ömledékviszkózitás csökkentése céljából,
- a befroccsöntési adagot a maximális mennyiség 10–15%-ra kell beállítani, hogy a visszaáramlás hatására a kritikus felületeken is hatékony legyen az átöblítés,
- pormentes granulátum feldolgozása ajánlatos, hogy a csigán kevesebb lerakódás keletkezzen, különösen szűk feldolgozási ablakkal rendelkező anyagok esetében,
- a hőre érzékeny termékek feldolgozásakor a fröccsgép kikapcsolása előtt közömbös anyaggal (vagy tisztítógranulátummal) célszerű a gépet átöblíteni,
- különös gondot igényel az adagolótölcsér és a szállítórendszer tisztítása.

P. M.

SaubererWechsel = K-Zeitung, 43. k. 10. sz. 2012. p. 17.

Nyírásra érzékeny adalékokat tartalmazó mesterkeverékek

A német **Rowa** cég egyik berendezését oly módon alakította át, hogy amesterkeverékbe adagoláskor és a későbbi feldolgozás során a nyírásra érzékeny adalékok és színezékek ne károsodjanak. Az új eljárással különféle színező mesterkeverékeket, infravörös sugarat visszaverő színezékeket, baktériumölő keverékeket, UV-sugárzás ellen védelmet nyújtó keverékeket gyártanak.

P. M.

Additiveschonen = K-Zeitung, 43. k. 10. sz. 2012. p. 24.