

## Újdonságok a fóliagyártás területéről

A műanyag fóliák adalékanyagokat tartalmaznak a gyorsabb feldolgozhatóság, a kisebb vastagság, a jó felületi tulajdonságok és a nagy szilárdság érdekében. Az új és továbbfejlesztett adalékok hatékonyabbá teszik a gyártást és az egyszer használatos csomagolóanyagok újrafeldolgozhatóságát. A gázzáró (barrier) csomagolásoknál általában többféle anyagot használnak a gázzáró tulajdonságok javítására, ami nagyon megnehezíti az újrahasznosítást. A gázzáró csomagolófóliák gyártói ezért számos megoldást fejlesztettek ki a recikálhatóság elősegítésére.

*Tárgyszavak: műanyag-feldolgozás; fóliagyártás; adalékanyagok; csomagolás; orientált fóliák; gázzáró fóliák; újrafeldolgozhatóság; újrahasznosíthatóság*

## Fóliák hatékonyabb gyártása adalékanyagokkal

A melegházi fóliák adalékanyagokkal (pl. párasodásgátlókkal, stabilizátorokkal) megfelelő fényviszonyokat teremtenek a növények számára, miközben ellenállnak a zord külső körülményeknek, az időjárás és a vegyszerek hatásainak. A fóliákat az UV fény okozta lebomlással szemben UV fényelnyelőkkel (UVA) és a gátolt amin fénystabilizátorokkal (HALS) védik. A fóliák mezőgazdasági alkalmazása tovább nő, a melegházi- és alagútfóliákon kívül olyan felhasználási területeket is lehet említeni, mint a hálók és növénytermesztő zacskók, zsákok.

A melegházi fóliák nagy kémiai stabilitásúak, ezért nem degradálódnak, amikor növényvédőszerrel érintkeznek. A **Kafrit Group** szántóföldi kísérletekben megvizsgálta UVA mesterkeverékeinek kénállóságát (a kén általában megtalálható a mezőgazdasági vegyszerekben), amelyek a jellemzően használt NOR- (nitroxid gyök), nikkel- és HALS-alapú UV stabilizátorokkal egyenértékű vagy azoknál jobb teljesítményt mutattak. Jó eredményeket értek el PE fóliák kísérleti UV mesterkeverékeinek alkalmazásával is klór-alapú rovarirtó szerekkel és a külső időjárással szembeni ellenállás tekintetében.

Egyes speciális melegházi fóliák csak részleges UV-elnyelést igényelnek, például olyan növények termesztésénél, amelyek színét az UV fény befolyásolja, vagy olyan fóliasátraknál, ahol méheket használnak beporzásra. A cég új *UVA 00021 LD* és *UVA 07920 LD* mesterkeverékeit ilyen felhasználási célokra tervezték. A hosszú működési élettartamú *AF 00854 LD* párasodásgátló mesterkeverékét háromrétegű melegházi fóliák előállításához alkalmazzák. A meleg és hideg klímát egyaránt szimuláló gyorsított tesztelés szerint, a párasodás megelőzése legalább két szezonn keresztül tartósan bizonyult, ami jelenleg az egyik leghosszabb időtartam. A mesterkeverék kisebb homályosságot okoz, így a fólia átlátszóbb lesz.

A biaxiálisan orientált polipropilént (BOPP) széles körben használja a csomagolóipar, a „gyorsabban, olcsóbban, vékonyabban” elv iránti folyamatos igény továbbra is a fejlesztések motorja. A minőség és a minőség állandósága az egyik legfontosabb kritérium, mivel a BOPP-vel nagyon vékony fóliák gyárthatók nagyon nagy sebességgel. A BOPP területén speciális igény van olyan adalékanyagokra, amelyek a nyújtás hatására növelik a mikroüregek (mikrokavitációk) számát a fóliában. Ez kölcsönöz a BOPP fóliának gyöngyházfényű megjelenést.

Az **Ampacet PEARL** BOPP kavitációs mesterkeverékei szerves és szervesetlen anyagokat egyaránt tartalmaznak. A **PEARL 368** a mikroüregek egyenletes eloszlását biztosítja a BOPP terecs teljes szélességében. Hosszabb üzemidőt nyújt a szerszámtisztítások között, és kisebb az adagolási aránya a többi szerves kavitációs mesterkeverékhez képest. A szerves kavitációs mesterkeverékekkel fényesebb lesz a fólia, jobbák a mechanikai tulajdonságok és nagyobb a kihozatal, mint az alternatív szervesetlen (pl. a kalcium-karbonát) adalékokkal. A BOPP fólia külső rétegének matt kompaundjai kiváló homogenitást biztosítanak a matt felületnek a nyújtás után.

A zárófóliák tulajdonságai is fontosak. Az Ampacet legújabb **MATIF CSR 330** matt keveréke jó hidegzárást nyújt a hőérzékeny termékek csomagolásánál. A szilikonmentes kompaund sima letekerceselést biztosít és megakadályozza, hogy a ragasztóanyag a fólia rossz oldalára kerüljön.

A biaxiálisan orientált polietilén-tereftalát (BOPET) fóliákat jó szakítószilárdságuk és nagy gázzáróságuk miatt többrétegű csomagolófóliákhoz használják. Ezeket a többféle anyagból készült fóliákat azonban nehéz újrahasznosítani, ezért egyrétegű alternatívákkal próbálják helyettesíteni. A biaxiálisan orientált polietilén (BOPE) fóliák bizonyos esetekben felválthatják a BOPET-et vagy a BOPP-t, mivel a gyártók egyre inkább törekednek az újrahasznosíthatóságra.

A BOPE monofóliák gyártásához a Tosaf mesterkeverékei csúszásgátlókat, blokkolásgátlókat, antisztatikus és párasodásgátló anyagokat tartalmaznak. Több termékük azonos optikai, mechanikai és kémiai ellenállást biztosít, mint a BOPP/PE laminátumok. BOPE és egy irányban nyújtott (MDO) PE fűjt és öntött fóliák előállításához specifikus mesterkeverékek állnak rendelkezésre. Egyes fóliagyártók a BOPET-ről áttértek a kétrétegű PE fóliákra, ezek néha matt felületű réteget használnak a fordított nyomtatás elősegítéséhez.

A **Tosaf** legújabb, poliolefinokhoz készült matt adalékanyag keveréke vékony külső réteget hoz létre a fólián, amelynek matt felülete papírszerű tapintású, ezért luxustermékek csomagolásához használható. A MATT blend hőállósága lehetővé teszi külső réteggént történő használatát anélkül, hogy BOPET-re vagy BOPP-ra laminálnák, az adalék nagy felületi feszültsége pedig javítja a nyomtathatóságot és az átlátszó lakkréteg tapadását.

A felületi tulajdonságok is fontosak a fólia teljesítményének szempontjából. A csomagológépeken való megbízható feldolgozáshoz például elengedhetetlen az állandó súrlódási tényező. A Tosaf permanens, nem-migráló csúsztató mesterkeveréke a migráló, növényi alapú alternatívákhoz képest jobban szabályozza a súrlódási tényezőt. Az egyedülálló, szabadalmaztatott, tapadásgátló és csúsztató kombinációjából álló keveréket kifejezetten PE fóliákhoz fejlesztették ki. A mesterkeverék gyártása során a kétféle anyag szinergikusan hat egymásra. A mesterkeveréket nagy igénybevételnek kitett zsákokhoz és párasodásgátló fóliákhoz használják.

A fóliák antisztatikus adalékai lehetnek migrálók és nem-migrálók. A hagyományos migráló antisztatikumok működéséhez bizonyos mértékű relatív páratartalomra van szükség. A Tosaf poliolefinokhoz készült legújabb migráló antisztatikus mesterkeveréke – **ST0249PE** – alacsony páratartalom mellett is működik, hosszan tartó aktivitással rendelkezik és kis mennyiségben adalékolva is hatékony. Az amin-mentes termék nem korrozív és alkalmazható elektromos alkatrészek csomagolásához is.

Az építőiparban (például tetőfedő fóliák, falak és helyiségek közötti védőfóliák, szőnyegalátétek, házburkolatok) használt fóliáknak égésgátlóknak és alacsony füst kibocsátásúnak kell lenniük, hogy megfeleljenek a szabvány követelményeknek. Ezekenél fontos, hogy az UV- és égésgátló adalékok ne lépjenek negatív kölcsönhatásba egymással. A Tosaf kettős hatású mesterkeveréke UV-álló és halogénmentes égésgátlóként működik kültéri PE és PP fóliákban. Építőipari

alkalmazásoknál hasonló szerepet töltenek be az Ampacet *Halofree 709* és *229* halogénmentes égésgátlói PE fóliákhoz.

A BOPE egyrétegű fóliák mellett a kiváló gázzáró tulajdonságú, többrétegű fóliák iránt is nagy az érdeklődés. Ezeket a fóliákat ugyanakkor nehezebb újrahasznosítani, mivel nem-poláris és poláris polimerek, például EVOH és PA, kombinációiból állnak. Az Ampacet *ReVive* kompatibilizáló szerei a funkcionális adalékanyagok szinergikus keverékét nyújtják, amelyek lehetővé teszik a fóliák hatékony újrahasznosítását. A *ReVive* biztosítja a gyártásközi fólia hulladékok (például szélezési hulladék) beadagolását többrétegű fólia PE rétegébe, vagy a felhasználás utáni hulladék újrahasznosítását is. Mivel a fogyasztási cikkek gyártó cégek továbbra is arra töreksenek, hogy a műanyag csomagolásba minél nagyobb arányban kerüljön újrahasznosított anyag, ezért a többrétegű fóliáknál kihívást jelent a szilárdságuk és gázzáró képességük megőrzése.

A **Clariant AddWorks PKG 906 Circle** stabilizátora megengedi, hogy nagyobb mennyiségű (akár 20–30%) újrahasznosított tartalom kerüljön a poliolefin fóliákba. A BOPP, a PE, PP fűjt vagy öntött fóliagyártásból származó darált hulladék a minőség vagy a feldolgozás befolyásolása nélkül újra beadagolható, mivel a stabilizátor csökkenti a gélesedést és a fekete foltok kialakulását, így fenntartható a nagy gyártási sebesség és csökkenthető a fóliaszakadás.

A *Kynar* polivinilidén-fluorid (PVDF) termékcsaládot gyártó **Arkema** szerint a feldolgozást segítő adalékanyagok hatékonyan használhatók a reciklátumokat tartalmazó fóliák feldolgozásának javítására, megfelelő felület biztosítanak, és bizonyos esetekben csökkenthetik a szerkezetükkel az anyag felhalmozódását. A feldolgozási segédanyagok megjelenése előtt gyakran nagy mennyiségű szűz LDPE-t adagoltak a fóliák gyártásakor, a segédanyagok segítségével viszont egyáltalán nem, vagy kevesebb szűz polimert használhatnak, és nagyobb nyírási sebességnél is gyorsabb a gyártás.

A reciklátumokból készült fóliák gyakran lassabban gyárthatók, mint a szűz polimerből készültek, amit feldolgozást segítő adalékok hozzáadásával javíthatnak. Ezek csökkentik az ömledéknymást (nagyobb lesz a kihozatal), a feldolgozás során fellépő eltéréseket, a degradációt és az elszíneződési problémákat. Az ömledéktörés egy áramlási instabilitás, ami ezekkel a segédanyagokkal kiküszöbölhető, javítva ezzel az áramlási stabilitást és a felületi minőséget.

A feldolgozást segítő anyagokat jellemzően 1–6% adalékanyagot tartalmazó, granulált mesterkeverékként hozzák forgalomba, de alternatív megoldásként folyékony mesterkeverék is lehet. Magában az újrahasznosított műanyagban némi maradék segédanyag tartalom nem okoz gondot a fóliagyártás során. Célszerű a koncentrációt 300 ppm körül tartani, szemben a szokásos 1200 ppm-mel. 2500 ppm felett pedig már kivirágzást is okozhat.

## A gázzárás és recikálhatóság ötvözése

A **Mondi** csomagolóanyag gyártó a **Reckitt Benckiser**-rel közösen újrahasznosítható, egyrétegű flexibilis műanyag csomagolást fejlesztett ki a *Finish Quantum Ultimate* mosogatógép tabletákhoz. Korábban többrétegű PET/PE laminált tasakot használtak, amely nem volt recikálható. A Reckitt Benckiser kötelezettséget vállalt arra, hogy 2025-re műanyag csomagolóanyagainak 100%-át újrafelhasználhatóvá vagy újrahasznosíthatóvá teszi. Olyan megoldást kerestek, amely a minőségi esztétikai megjelenés és kiváló teljesítmény mellett teljes mértékű újrahasznosítást biztosít. Ehhez a *Mondi BarrierPack Recyclable* anyagát használták, amely egyesíti a kiváló oxigén- és nedvességzáró képességet a könnyű recikálhatósággal. Létfonosságú volt, hogy az állótasak kellően merev és sima felületű legyen, miközben pontos színillesztést és minőségi

tapintásérzetet nyújtson. A kényelmes használat érdekében egy újrahasznosítható tépőzár is be kellett építeni a tasak nyitásához és zárásához.

A BarrierPack Recyclable és a *Yarrah Organic Petfood* is fenntartható csomagolást fejlesztett ki saját márkái számára. A teljesen újrahasznosítható, visszazárható és kényelmesen használható tasak a többrétegű laminált csomagolást váltja a körforgásos gazdaság fenntartása érdekében.

Az **Innovia Films** és a **Wildcorn** snack gyártó is újrahasznosítható csomagolást gyárt utóbbi cég bio-pattogatott kukorica termékcsaládjához. Az Innovia nagy gázzárású *Propafilm Strata* fóliája használhatja az Interseroh német újrahasznosító és tanácsadó cég „Made for Recycling” logóját, mely tanúsítvány bizonyítja az új *Strata* BOPP fólia újrahasznosíthatóságát önálló monoréteggként vagy laminált konstrukciókban. A Wildcorn csomagoláshoz Propafilm Strata és fehér mikroüreges OPP laminátumot használtak. A Propafilm Strata még magas relatív páratartalom mellett is hatékony zárást nyújt az aromákkal, ásványolajokkal és oxigénnel szemben, így hosszabb eltarthatóságot biztosít, de csökkenthető az élelmiszer-pazarlás is. A fólia fényes, élelmiszerrel érintkezhet, klórmentes, kiválóan nyomtatható, széles a tapadási tartománya.

Az újrahasznosítható, PE-alapú csomagolások tervezésekor az egyik legnagyobb kihívás a diffúziógátló (barrier) funkció beépítése. A **Dow** új generációs polimerei lehetővé teszik ehhez egyrétegű, PE csomagolószerek előállítását egy irányban nyújtott (MDO) fóliákból. Az MDO feldolgozógépek és a Dow PE-alapú polimereinek kombinációja ugyanolyan hatékonyan gyártható, mint a többrétegű csomagolóanyagok. Az *Elite* típusok nagy merevséget, hőállóságot, jó átlátszóságot és kellően széles orientációs ablakot kínálnak – ami az MDO eljárás szempontjából fontos –, míg a Nucrel kopolimerek megfelelő felületet teremtenek a bevonatképzéshez és a fémbevonáshoz. Az Innate polimerek kiegyensúlyozott szívósságot és merevséget, illetve jobb mérettartást nyújtanak, az Affinity tömítőanyagok pedig alacsony tömítési hőmérsékletet és megfelelő feldolgozási ablakot biztosítanak a csomagolószoron.

A **Verstraete** IML gázzáró címkéi számos termék frissességét megőrzik. Sok élelmiszer – különösen a szósok – gyorsan megromlanak, ha oxigén kerül a csomagolásba. A frissesség megőrzésére általában citromsavat használnak, de ez hatással van a szósz ízére is. Megoldás lehet erre a problémára a Verstraete egyedülálló *Oxygen Barrier* IML címkéje, amely egy speciális etilén-vinil-alkohol (EVOH) réteget tartalmaz, csökkentve az oxigénáteresztő képességet. Egy körbefutó címkéről van szó, amely lefedi a tartály teljes külső felületét, jelentősen mérsékelve az oxigénátbocsátás sebességét. Ez a címke nagyjából százszor jobb teljesítményt nyújt, mint egy hagyományos címke.

## 27-mikrorétegű fűjt fólia gyártása

Az olasz **GAP** gépgyártó olyan 27-mikrorétegű fólia előállítására alkalmas technológiát fejlesztett ki, amely kisebb vastagságban is jobb teljesítményt nyújt a hagyományos koextrudált fóliáknál. A gyártósor három adagolóblokkját kilenc 60 mm-es extruder táplálja, melyek az anyagot egy 400 mm-es gyűrű alakú szerszámban 27 rétegre osztják el. A méret-szabályozó léggűrűvel és új vezérlőcsomaggal felszerelt sor 1600 mm-nél szélesebb fóliákat is elő tud állítani, teljesítménye eléri a 650 kg/órát.

A polimerárak emelkedésével egyre fontosabbá válik, hogy a fóliák a lehető legvékonyabbak legyenek. Az európai feldolgozókat pedig a szűz anyagok felhasználására kivetett adó sújtja. Észak-Amerikában a laminált és gázzáró fűjt fóliák általában 9- és 11-rétegűek, az előbbi a jellemzőbb. A GAP rendszere lehetővé teszi vékonyabb fóliák előállítását jobb mechanikai tulajdonságokkal,

például növelt hajtogatási berepedés- és szakadásállóság. A vékonyabb rétegek könnyebben orientálódnak, ami megmagyarázza a keresztirányú szakítószilárdság növekedését. A PP mikrorétegek hozzáadása pedig javítja a merevséget és csökkenti a túszerű lyukak kialakulását.

A poliamid és az EVOH tesztlésekor szintén a gázzáró fóliák tulajdonság javulását mérték. Hagyományos 5–9-rétegű extrudersoron csak „trükkösen” lehet egyrégű és vastag EVOH fóliát fűjni. A GAP technológiával a hat vékony réteg kialakításához két extruder adagolja a gázzáró polimert, így az EVOH könnyebben fűjhető, jobbak lesznek a gázzáró tulajdonságok és a hajtogatási berepedéssel szembeni ellenállás. Ugyanez az eredmény a poliamid esetében is. Ha több vékonyabb réteg van az egyetlen vastagabb helyett, akkor javulnak a tulajdonságok.

Összeállította: Dr. Lehoczki László

Markarian, J.: Adding performance to films – Compounding World, 2021. 1. sz. p. 17–22.

Green boost: combining barrier with recyclability – Film & Sheet Extrusion, 2020. 5. sz. p. 41–42.

Novel Line Produces 27-Microlayer Blown Film – Plastics Technology, 2021. 8.

<https://www.ptonline.com/articles/novel-line-produces-27-microlayer-blown-film>