

## Új elvek az élelmiszerek tartósságát szavatoló csomagolásokban

Az élelmiszerek elosztása, forgalmazása ma megkívánja, hogy a becsomagolt áru hosszú ideig friss maradjon, mert néha messziről hozzák, és a dolgozó háziasszonyok sem tudnak naponta bevásárolni. Becslések szerint a világon évente 13 milliárd tonna élelmiszert dobnak ki, elsősorban azért, mert már az üzletek polcain is romlásnak indult. Az élelmiszeripar és a műanyagipar együtt dolgozik azon, hogy az értékes élelmiszer egyre hosszabb ideig maradjon fogyasztható. A csomagolóiparnak emellett azzal is meg kell küzdenie, hogy termékei kielégítsék a körkörös gazdaság kialakíthatóságának igényeit.

*Tárgyszavak: csomagolóipar; műanyaggyártás; élelmiszer-csomagolás; fóliagyártás; gázzáró fóliák; oxigénáteresztés; adalékok.*

Az ENSZ becslései szerint a világon évente 13 milliárd tonna élelmiszer kerül a szemétkosárba, elsősorban azért, mert megromlott, miközben sok országban éheznek az emberek. A demográfiai előrejelzések szerint viszont a következő harminc évben kétharmadával kellene növelni az élelmiszertermelést, hogy minden ember jól tudjon majd lakni.

A veszendőbe menő élelmiszer mennyiségét olyan csomagolással próbálják csökkenteni, amely hosszú ideig megőrzi annak frissességét, és megakadályozza a romlást kiváltó oxigén, nedvesség és mikroorganizmusok hozzáférését a becsomagolt áruhoz. Az elmúlt években számos olyan megoldást fejlesztettek ki, amellyel meghosszabbítható az élelmiszerek polcon tartóssága. A gépgyártók és a fóliagyártók nem kevés erőfeszítése nyomán 3–5–7–9 vagy ennél is több réteget tartalmazó fóliákat gyártanak, amelyekbe oxigént és vízgőzt nehezen áteresztő polimerekből (PVOH, PA, EVA) is beépítenek egy vagy több vékony réteget. A tartósságot egyes esetekben vákuumcsomagolással vagy a csomagón belüli védőgázzal növelik.

Időközben a csomagolóanyagoktól egyre hangosabban azt is megkövetelik, hogy anyagukat használat után ismét fel lehessen dolgozni. A különböző polimerekből felépülő többréteges fóliák visszaforgatása azonban nehézkes, ezért a fóliagyártók újabban arra törekcsenek, hogy a fóliák minden rétege ugyanabból a polimerből, de legalábbis ugyanabba a polimercsaládba tartozó műanyagból készüljön, azaz lehet „multiréteges”, de legyen egyúttal „monomaterial” is.

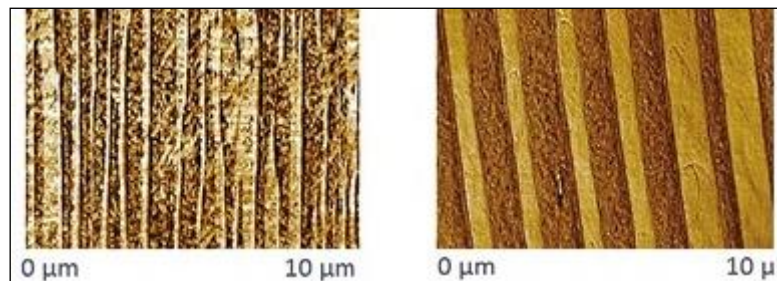
A következőkben – a teljesség igénye nélkül – bemutatjuk, hogy a különböző cégek hogyan próbálják kielégíteni a néha nehezen összeegyeztethető igényeket.

### Gáz és gőz áthatolását gátló fóliák az élelmiszercsomagolás számára

Az oxigén és a vízgőz áthatolását gátló fóliák (angolul barrier film) legnagyobb felhasználója az élelmiszeripar. *2018-ban a világon összesen 20 millió tonna műanyag fóliát*

használtak fel, ennek 8%-a volt gáz- és gőzzáró típus. Ebből 45% alapanyaga PE, 36%-a két irányban nyújtott PET (BOPET), 9%-a két irányban nyújtott PP (BOPP) és 10%-a más műanyagfajta volt. A legnagyobb mennyiségben felhasznált PE zárófóliák többsége többrétegű volt és poli(etilén–vinil-alkohol) (EVOH) záróréteget tartalmazott. A PET fóliák záróképeségét többnyire a felületre vákuumgőzöléssel felvitt fémréteg, ill. az egyre népszerűbb szilícium-oxid vagy alumíniumréteg adta. A BOPP oxigénzáró képességét poli(vinilidén-klorid) (PVdC) bevonattal növelik. A fóliagyártók arra törekcsenek, hogy koextrudált és fémmel gőzölt fóliáikkal egyre inkább helyettesíteni tudják a jelenlegi PE és BOPET fóliákat, egyúttal csökkentsék a gáz- és gőzzáró fóliák árát.

Az EVOH azonban az újabban kifejlesztett fóliákban is megjelenik, csak kicsit másképpen. A LyondellBasell tulajdonába került Schulman cég a gázzáró réteget pl. nem tiszta EVOH-ból készíti, hanem PE-LLD és EVOH 50:50 arányú keverékéből. Mindkét polimer ugyanis jól diszpergálható, és hasonló viszkozitásuk révén extrudáláskor „lineáris szalagokat” képez. A cég B24 jelű polimerkeverékéből gyártott fóliák atomerő mikroszkóppal megjelént szerkezete nagyon hasonló a hagyományos multiréteges fóliákéhoz (1. ábra), és záróhatásuk is hasonló.



1. ábra A. Schulman cég atomerő mikroszkóppal felvett képe egy B24 jelű 50:50 arányú PE-LLD/EVOH keverékéből közvetlenül extrudált fólia (balra) és egy 33-rétegű fólia szerkezetéről, az utóbbiban a két polimer aránya ugyancsak 50:50% (jobbra)

A belgiumi Verstraete IML olyan IML (szerszámban díszítésre alkalmas) fóliákat fejlesztett ki, amelyek EVOH réteget tartalmaznak. Az élelmiszerek csomagolására szánt műanyag tartályok záróképeségét a fröccsöntő szerszámban ráépített címke biztosítja. Egy spanyol cég ilyen címkékkal egy évre tudta növelni leversorozatának (2. ábra) hűtés nélküli szavatossági idejét, mert a tartály oxigénáteresztése 100-szor kisebb lett, mint a korábbi alkalmazásokor.



2. ábra Az oxigénzáró IML címke egy évre növelte a spanyol Dulcesol cég leveleinek eltarthatóságát hűtés nélkül

A japán központú, de Európában is aktív Kuraray cég a záróréteggént szokásosan felhasznált poli(vinil-alkohol) (PVOH) két változatát gyártja: Az *Eval* kopolimer koextrudáláshoz, fröccsöntéshez és egyrétegű fóliák laminálásához is alkalmazható. Jó hatáskorakkal akadályozza meg az oxigén áthatolását a fóliákon, emellett visszatartja a csomagban az aromaanyagokat. A polimer papírra is laminálható. Már egy 4 µm vastag kopolimerréteg tökéletesen megakadályozza, hogy a hulladékból visszanyert kartonban szennyezésként ott lévő ásványi olaj a becsomagolt élelmiszerbe juthasson.

Az *Exceval* PVOH vizes oldatként vihető fel a csomagolóanyag felületére. A felvitt réteg nemcsak a gázokat zárja ki, hanem a zsírokat és olajokat sem engedi át. A klór- és oldószermentes polimer vízben biológiailag lebomlik. A kopolimer alkalmazását élelmiszerek és gyógyszerek csomagolásában az USA szakhatósága engedélyezte, amit Németországban is elfogadtak.

Az *Exceval* is felvihető papírfelületre. Mivel az EU-ban 2030-ig meg kell oldani a csomagolóanyagok 100%-os visszaforgatását, elképzelhető, hogy az *Exceval* kopolimerrel társított újrafeldolgozott papír alkalmazási területei kibővülnek, mert ezek záróképesége is jelentősen megnövekszik. Az 5%-nál nem több polimert hordozó papír újrafeldolgozható lesz az egyéb papírhulladékkal együtt.

A kanadai Nova Chemicals speciális katalizátorokkal olyan a zsír és olaj áthatolását gátló PE-HD típusokat fejlesztett ki, amelyek a belőlük gyártott fóliák oxigénáteresztését is csökkentik. Kísérleteikben 3- és 9-rétegű fóliákat gyártottak, amelyek egy részébe EVOH záróréteget építettek be, másokban saját gyártmányú *Surpass PE-LLD-t* vagy *PE-HD-t* alkalmaztak. A fóliák között voltak kizárólag poliolefint tartalmazó változatok, amelyek oxigénzáró hatása hasonló volt az EVOH-t tartalmazó fóliákéhoz.

Az előre csomagolt élelmiszerek – pl. a vákuumcsomagolású hús – szaga néha eltér a friss élelmiszerek szagától, ami visszatetsző a vásárló számára. Az amerikai központú, de Magyarországon is jelen lévő Bemis cég ezért a hús vákuumcsomagolására is oxigénzáró fóliákat alkalmaz, ezzel meg tudja hosszabbítani a hús frissességét. A különösen érzékeny csirkehús csomagolására pedig olyan vákuumfóliát fejlesztett ki, amely három rétegből épül fel. A középső réteg zárja ki a az oxigént, a hússal érintkező rétegbe pedig kálium-szorbátot adagol. Ennek antibakteriális hatása van, ami gátolja a kellemetlen szag kialakulását. A kálium-szorbát alkalmazását az USA élelmiszer- és gyógyszerügyi hatósága, az FDA engedélyezte.

A thaiföldi központú Life-Materials *Life DJ/AM-00-1* jelzéssel forgalmazott adalékában egy szervesetlen anyagú antimikrobiális anyagot molekulaszűrővel kombinált. Ennek alkalmazását élelmiszerek csomagolására Európa és az USA illetékes hatóságai is engedélyezték. A cég természetes anyagokból vonja ki az antioxidáns, baktérium- és gombaölő hatóanyagokat. Ilyenek elsősorban az olívaolajban, bizonyos borászati melléktermékekben, a fokhagymában, a hagymában és a narancshéjban találhatók.

A globális Mondi cég *BarrierPack Recyclable* márkanévű többrétegű fóliáinak eddig is jellemző, nedvesség behatolása elleni védő hatását gázzáró tulajdonsággal egészítette ki. Ezt az új funkciót laminálással alakította ki. A főképpen talpas zacskók gyártására ajánlott alapfólia két polietilénrétegből áll, amely nagyon hajlékony, rugalmas; a belőle készített zacskók könnyen felnyithatók és visszazárhatók. A zacskók merevebbek, erősebbek, és könnyebbek, mint az erre a célra alkalmazott ugyanolyan vastagságú laminált PET/PE fóliák. A laminált

fólia a korábbi változathoz hasonlóan teljes egészében visszaforgatható, ezért hozzájárul a körkörös gazdaság megvalósításához. Jól vizsgázott az FFS (form-fill-seal, formázd-töltsd meg-zárd le) csomagológépeken is. Élelmiszerek mellett testápoló szerek, házi kedvencek ápolására szolgáló készítmények is forgalmazhatók benne. Alkalmas előre kialakított dísz-csomagoló fóliák vagy zacskók gyártására is.

Az RPC Bebo Plastics a Reifenhäuser cégtől vásárolt egy fóliaöntő gépsort, amelyet Németországban, a bernevördei üzemében állított fel, és amelyen 9-rétegű, kis oxigén- és vízgőzáteresztő, aromazáró síkfóliákat fog önteni kávékapszulák és hasonló csomagolóeszközök gyártására. A gépsor egyik elemét a Reifenhäuser cég szabadalmaztatott *MT technológiája* szerinti mechatronikus polírozó hengerrendszere alkotja, amely szavatolja a fóliák minőségét, színazonosságát, meggyorsítja a gépen a színcserét. Tartozéka a *REIcofeed 2.2.* koextrúziós tápegység. Ez egy olyan beépített eszköz, amely helyettesíti a külön extrudert és a barrier anyagokat is.

## Gáz- és gőzzáró fóliák biopolimerekből

Négy biopolimerekkel foglalkozó vállalat, a *Sukano*, a *Nippon Gohsei*, a *Nature Works* és az *Eurotech Extrusion* arra szövetkezett, hogy átlátszó, többréteges, könnyen újrafeldolgozható, biobázisú koextrudált fóliát fejleszt ki száraz élelmiszerek csomagolására. Az ötrétegű fólia fűvására alkalmas laboratóriumi berendezést az Eurotech készítette két 25 mm és három 20 mm-es átmérőjű csigával; a szerszám átmérője 100 mm, résszélessége 1,4 mm volt. A 45 µm vastag és 180 mm széles fólia belső rétegét a Nature Works *Ingeo PLA 4043S* jelű PLA-jából, a külső réteget ugyanebből de a Sukano feldolgozást segítő adalékainak hozzákeverésével gyártották. A mesterkeverékek alappolimerje ugyancsak politejsav, PLA volt. A *BTR8002P* jelű tapadórétegek és a záróréteget adó *Nichigo G-polimer* (az első extrudálható, amorf PLA) a Nippon Goshei terméke. A feldolgozás stabil volt, a fólia átlátszósága 4 mm-es vastagságban is nagy, és könnyen lehetett feltekerceselni. Gáz- és aromazáró tulajdonsága magas, a fejlesztők szerint akár alumíniumfóliát is pótolhat. A folyékony élelmiszerek csomagolására alkalmas változat kifejlesztésén tovább dolgoznak.

A már említett *Kuraray* cég egy újrafeldolgozható, egyúttal biológiailag lebomló gázzáró *Plantic* nevű polimert is gyárt, amelynek van iparilag és házi komposztálással lebontható változata. A polimer alapanyaga a keményítőből kinyerhető amilóz. A polimer nem tartalmaz mesterséges lágyítót, 80%-a keményítőszármazék. Jó hatásfokkal zárja ki a levegő oxigénjét a csomagolásból.

A cég termékei között újdonság a *Plantic Compostable Film*, amely a cég korábban ismertetett záró hatású anyagaihoz hasonlóan papírral kombinálható. Az ilyen kombináció alkalmas száraz élelmiszerek, pl. kávé, édesség, állateledel csomagolására. Egy csomagolóeszközt gyártó dél-koreai már forgalomba hozott egy *Plantic/papír* összetételű talpas zacskót, amelyben szemeskávét forgalmaznak.

A biopolimerek érdekes alkalmazását vezette be a spanyol *Aimplast*. Ismeretes, hogy a fokhagymának antioxidáns és antibakteriális hatása van. *PLA-ba fokhagymából készített adalékot kevert.* Az ilyen PLA-ból készült átlátszó fóliadobozban kínált saláta szobahőmérsékleten 4 nap múlva is friss volt, az adalék nélküli csomagolásban már teljesen tönkrement.

## Gyógyszercsomagolások

A gáz- és gőzzáró csomagolások második legnagyobb alkalmazója a gyógyszergyártás. Ebben az iparágban nagyon elterjedt a buborékcsoomagolás, amelyben akár minden egyes tablettát vagy kapszulát külön-külön védőburokkal láthatnak el.

Az Aptar CSP Technologies a gyógyszereket oxigéntől és nedvességtől megvédő *Activ-Blister* technológiájának kombinációival (a Free-Think-Technologies ASAP-prime szoftverje segítségével) minden egyes buborék belsejében ki tudja alakítani az optimális atmoszférát, és ezáltal meg tudja növelni a gyógyszer felhasználhatóságának időtartamát. A szabadalommal védett háromfázisú polimertechnológia alkalmazásakor szilikagél és molekulaszűrő alkalmazásával minden becsomagolandó tablettá/kapszula buborékjában testre szabottan be tudja állítani az abszorbeálendő oxigén vagy vízgőz mennyiségét. A buborékokat hőszegecseléssel, ragasztó nélkül erősítik fel az alaplapra (3. ábra). Az eljárás beilleszthető az automatikus csomagolási folyamatba.



3. ábra Az Aptar cég *Activ-Blister* technológiájával minden egyes buborékot saját védőgázzal tölt meg

Az Accelerated Stability Assessment Program (gyorsított stabilitásvizsgáló program) alapján kidolgozott *ASAPprime* szoftver mindenkor meg tudja határozni a becsomagolt gyógyszer aktuális „életkorát”, azaz azt, hogy a környezeti viszonyok (hőmérséklet, oxigénkoncentráció, nedvességtartalom) milyen mértékben hatnak a gyógyszer tervezett eltarthatóságának időtartamára. Ezekre az adatokra támaszkodva tervezhetik meg az optimális buborékcsoomagolást.

Ha megtervezték az optimális buborékot és kiválasztották az optimális szorbenst, a becsomagolt gyógyszer laboratóriumi, klinikai és stabilitási vizsgálatait is el kell végezni. A buborék előzetes optimalizálása révén ezek legtöbbször rövidebb idő alatt befejeződhetnek, és a gyógyszer hamarabb kikerülhet a piacra.

A Klöckner Pentaplast gázok és gőzök áthatolásának rendkívül erős gátjaként ható új PVdC fóliát kínál a gyógyszeripar számára *Pentapharm Alfoil ET SG* márkanevvel. Alkalmazási területként a vény nélküli gyógyszerek, generikumok, állatgyógyászati és gyógyhatású készítmények csomagolását ajánlja.

A háromrétegű (PVC/PE/PVdC) felépítésű fólia „*Super Glide*” finise (ezt jelzi a márkanevben az SG) nagyon sima felületet, a gyártósoron nagyon kis súrlódást és könnyű betáplálást eredményez. A fólia különösen alkalmas színes csomagoláshoz, jó védő hatása mellett vizuálisan is nagyon vonzó lehet.

## Védőgáttal ellátott BOPP fóliák

Az Innovia Films (Egyesült Királyság) jó záróképességű két irányban nyújtott PP (BOPP) fóliák több változatát fejlesztette ki. Elsőként a vákuumgőzöléssel felvitt fémréteget tartalmazó fóliákat hozza forgalomba, ezt fogják követni az átlátszó AlOx réteggel ellátott

fóliák, később pedig a koextrudált oxigénzáró réteget tartalmazó változatok. A fóliák fejlesztésekor arra törekedtek, hogy a gáz és gőz áthatolását gátló rétegek ne a fóliák belsejébe kerüljenek, ami nehezítené anyaguk újrafelhasználását, emellett egyrétegű fóliákat is gyártanak, amelyek újrafeldolgozása a legkönnyebb.

Összeállította: Pál Károlyné

Reade, L.: Demand for film that controls the transmission of moisture and oxygen is growing, despite the higher complexity involved in its manufacture = Film & sheet extrusion, 2019. máj. p. 25–28., [www.film&sheet.com](http://www.film&sheet.com)

Activ-Blister solutions. Aptar CSP Activ-Blister™ solutions protect moisture- and oxygen-sensitive solid doses packaged on blister machines. = <https://www.csptechnologies.com/-products/activ-blister-solutions/>

Mondi's fully recyclable packaging material, BarrierPack Recyclable, drives circular economy forward = Publication Date: 22 February 2018 <https://www.mondigroup.com/en/newsroom/media-centre/press-releases/2018/mondi-s-fully-recyclable-packaging-material-barrierpack-recyclable-drives-circular-economy-forward/>

Plaumann, B.: Länger frisch, weniger Abfall = Kunststoffe, 2019. 6. sz. p. 44–46.

Rosato, D.: Latest advances in barrier food packaging plastics = SpecialChem The material selection platform, 2019. jan. 30. <https://polymer-additives.specialchem.com/tech-library/article/latest-advances-in-barrier-food-packaging-plastics>