

## Élelmiszer-csomagoló anyagok

Az EU-ban az élelmiszerekkel közvetlenül érintkező csomagolóanyagokra szigorú előírások vonatkoznak, de a sokféle irányelv, rendelet, törvény között nehéz eligazodni. Ezért egységes és könnyen átlátható rendszerbe akarják ezeket foglalni. A fejlesztések fő iránya a záróképeség, mindenekelőtt az oxigénzáró képesség optimalizálása a becsomagolt áru eltarthatóságának megnövelése érdekében.

*Tárgyszavak: élelmiszer-csomagolás; csomagolóanyag; műanyag; szabályozás; záróképeség; oxigénáteresztés.*

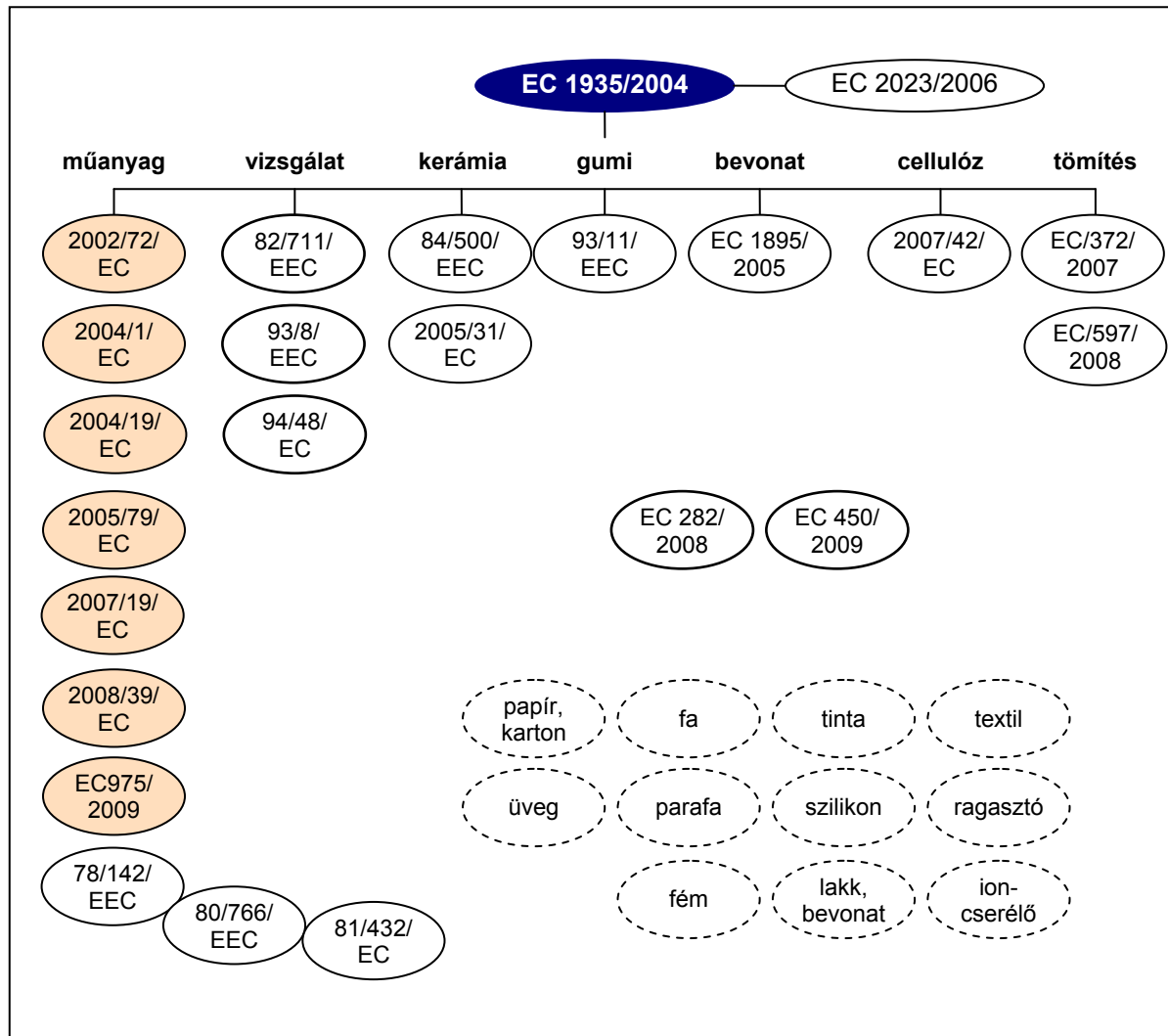
## Élelmiszerrel érintkező csomagolóanyagok az EU-ban

Az élelmiszerekkel közvetlenül érintkező csomagolóanyagokra már jelenleg is sokféle előírás van érvényben. Az angol nevük után FCM-nek (food contact materials) nevezett anyagok azonban különösképpen felkeltették az EU érdeklődését, és jelenleg keményen dolgoznak az ilyen anyagokra vonatkozó szabályrendszer átdolgozásán. Az **Innoform Coaching GbR** (GbR = Gesellschaft bürgerlichen Rechts), az Ausztriai Kémiai és Technikai Kutatóintézet (**Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik (Ofi)**) és a Svájci Csomagolási Intézet (**Schweizerisches Verpackungsinstitut (SVI)**) közös konferenciáján vitatták meg a téma helyzetét és a tennivalókat.

A konferencián ismertették az EU élelmiszeripari törvényének tíz stratégiai súlypontját. Ezek

- Fehér Könyv kiadása az élelmiszerbiztonságról, jan. 2000/VO (EG), Nr. 178/2002,
- egységes elvek kialakítása a gyártótól a felhasználóig,
- az élelmiszerlánc valamennyi szektorának bevonása,
- a tudományos szakvéleményezés rendszerének kialakítása,
- a jelenlegi jogszabályok átdolgozása és áttekinthető, koherens rendszerbe foglalása,
- az ellenőrzés megszigorítása a gyártótól a fogyasztóig,
- annak az elvnek a megvalósítása, hogy az élelmiszer-biztonságért elsősorban a takarmány- és élelmiszer-gazdaság szereplői (vállalatai) felelősek,
- ezek felülvizsgálatáért és ellenőrzéséért a tagállamok a felelősek,
- annak felülvizsgálata, hogy a tagállamok eleget tesznek-e kötelességüknek, amit az Európai Bizottság meghallgatások és ellenőrzések útján végez,
- az egészség- és fogyasztóvédelem magas színvonalú megvalósítása az előrelátható új élelmiszerpolitika szellemében.

A részletes szabályozás az *EU 1935/2004-es rendeletében* (amely utal az élelmiszerekkel közvetlenül érintkező anyagokra vonatkozó keretirányelvekre) és a *2023/2006 számú EU-rendeletben* (amely a gyártás gyakorlatával kapcsolatos követelményeket írja le) található, ezért a világegészségügyi szervezet a **WHO (World Health Organization)** nyomán *GMP (good manufacturing practices)* törvénynek is nevezik.



1. ábra Az EU élelmiszer-biztonsággal kapcsolatos szabályai, irányelvei és rendeletei

Ezek a szabályok és rendeletek valamennyi élelmiszerral közvetlenül érintkező anyagra vonatkoznak akkor is, ha ez szavakban nincs kifejezve. *A szabályozás alól kivont terület tehát nincs.* Ebből következik, hogy a szállítási lánc minden egyes szereplőjének minden csomagolóanyaghoz megfelelőségi nyilatkozatot (Konformitäts-erklärung) kell mellékelni, amelyben tanúsítja, hogy a csomagolóanyag valamennyi előírásnak megfelel. A törvényi előírások elsősorban nem az ipar, hanem a fogyasztó

védelmét szolgálják. Az EU 2010-ben hatályos törvényi szabályai, irányelvei és rendeletei az *1. ábrán* láthatóak.

### *Követelmények*

A csomagoláskor alapvető követelmény a becsomagolandó áru védelme (védelem a szennyeződéstől, az értékes alkotók veszteségétől, a mechanikai sérüléstől), de gondolni kell az elosztás, a kényelmes felhasználás és a tájékoztatás követelményeire is, továbbá az élelmiszertörvény követelményeinek betartására. Az újabb csomagolási elvek között emellett szerepel a vonzó küllem, a helytállás a piaci versenyben; ennek érdekében a csomagolás többféle anyagból vagy különböző anyagok több rétegéből is állhat. A korszerű megoldások között megtalálhatók a nyitható és visszazárható felhasználóbarát csomagolások; az aktív vagy intelligens, pl. antimikrobiális vagy oxigénelnyelő rendszerek és egyre gyakrabban a biológiailag lebomló műanyagok.

A különböző anyagokra különböző előírások vonatkoznak, amit az 1. ábra is tükröz. Viszonylag új előírások a következők:

- az EC 2023/2006 számú törvény,
- a 2007/72/19/EC irányelv, amely a 2002/72/EC irányelv 4., a 85/572/EEC irányelv 1. módosítása,
- a cellulóz fóliára vonatkozó 2007/42/EC irányelv,
- az EC 372/2007 6 EC 597/2008 törvény, amely a záróelemek tömítéséhez használt lágyítókra vonatkozik,
- a 2008/39/EC irányelv, a műanyagokra vonatkozó 2002/72/EC irányelv 5. módosítása,
- a műanyag reciklátumokra vonatkozó EC 282/2008 törvény, amely az EC 2023/2006 törvény 1. módosítása,
- az EC 450/2009 törvény az aktív és intelligens csomagolásokra,
- az EC 975-2009 törvény, a 2002/72/EC irányelv 6. módosítása.

Egy példa arra, hogy mit is jelentenek ezek az új törvények vagy irányelvek: a 2002/72/EC irányelvek 4. módosításában, amelynek a jelzése 2007/19/EC, olyan előírások találhatók, amelyek csak a kupaktömítések műanyagrétegeire és bevonataira vonatkoznak. Kivételként vannak megnevezve a polimerizációs segédanyagok. *Az új irányelvekben bevezetik a funkcionális zárórétegelvet és a zsírcsökkentő faktor fogalmát.* Részletes megfeleléségi nyilatkozat elkészítését írják elő, és megtalálható itt a megengedett monomerek és adalékok aktualizált listája is.

### *A fogyasztó biztonsága*

A konferencián elhangzott előadásokból az a következtetés vonható le, hogy a fogyasztó biztonságát a leginkább a GMP elv betartása szavatolja, amelyet magyarul talán „tisztességes gyártás”-nak lehetne nevezni. Minden más keretszabály csak korlátozottan alkalmazható.

A korrekt megfelelőségi nyilatkozat kiállításához különböző vizsgálatokat kell elvégezni, hogy a műanyag csomagolás kielégítő voltát alátámasszák. A vizsgálati feltételekben és a szimulációban is vannak újdonságok.

Várható, hogy a VO 2002/72-t és annak hat módosítását egyetlen törvényben (Plastic Implementation Measure, PIM) foglalják össze, hogy az EU műanyagokra vonatkozó szabályait egységesítsék. Ennek része lesz a funkcionális zárórétegek elve és a fajlagos migráció.

A több mint 30 éves 2002/72-es irányelvek eredményeképpen ma már a műanyagok alkalmazását részletesen szabályozzák. A monomerek és adalékok pozitív listái, a különböző anyagokra előírt határértékek, a megfelelőségi nyilatkozat bevezetése ennek nyomán születtek meg. Más csomagolóanyagokra (pl. a papír, az üveg) még nincsenek hasonló szabályok.

A konferencián nyilvánvalóvá vált, hogy az élelmiszergyártók tisztában vannak felelősségükkel, és azzal, hogy tanúsítaniuk kell az élelmiszerekkel közvetlenül érintkező anyagok előírásoknak megfelelő minőségét. Ezekben az előírásokban azonban vannak még „lyukak”, és az egész rendszer nagyon nehezen áttekinthető. Emiatt a megfelelőségi nyilatkozat elkészítése nem egyszerű. A konferencia résztvevői egyetértettek abban, hogy a teljes szállítási láncot áttekinthetővé és könnyen kezelhetővé kell tenni.

A teljes szállítási lánc számára „megfelelőségi vizsgálatok” komoly terhet jelenthetnek. Jelenleg a migráció van a figyelem központjában, ezért a különböző csomagolási változatokban a határérték alatti kivándorlást kellene bizonyítani. Az ilyen vizsgálatok költségei – különösen kis tételek esetében – aránytalanul nagyok. Ezért olyan stratégiát kellene kidolgozni, amelyben felmérnék a kockázatot maximális jogbiztonság és a minimális vizsgálati költségek mellett. Erre a szimulációs modellek adnának lehetőséget, amelyekben alkalmazásközel körülményeket leképezve lehetne a kockázatot megbecsülni.

## Fejlesztések a záróképesség javítására

A csomagolóanyagok fejlesztésében ma az egyik legfontosabb cél a zárótulajdonságok optimalizálása. Erre ösztönzik a gyártókat az előírások, de erre törekszik az élelmiszeripar is, mert ezáltal megnövelhető a termékek eltarthatósága. A következőkben néhány példát mutatunk be az eddigi munkák eredményeiből.

### *Két irányban nyújtott poliamidfóliák fejlesztése*

25 éve alkalmaznak két irányban nyújtott poliamid (BOPA) fóliákat élelmiszerek csomagolására. Ezeket felső zárófóliaként, zacskóként, kartondobozba helyezett tasaként, főzhető, ún. retortazacskóként használják fel. A **Honeywell** cég (Morristown, NJ, USA) legújabb, mindkét oldalán bevonattal ellátott, forróon hegeszthető *Capran* márkanévű poliamidfóliái tovább bővítik lehetőségeiket a csomagolóiparban. Ilyen fóliákba a sérülés, átszúrás veszélye nélkül lehet éles vagy hegyes árut, pl. csontos húst vagy kagylókat csomagolni.

A melegen hegeszthető poliamidfóliák másik területe a folyékony termékek szállítására. A kartondobozba csomagolt folyadékok a szállítás alatt dinamikus mozognak, és pl. az így csomagolt bor vagy egy 1000 g-os paradicsommártás kifolyik a legkisebb sérülésen is. A PA fóliazacskókba csomagolt folyadékok többnyire veszteség nélkül érnek célba, mert a fólia durva megtöréskor sem törik el.

A retortazacskóba csomagolt élelmiszereket a zacskóval együtt főzik meg. A zárt zacskóban túlnyomás alakul ki, a belső hőmérséklet 120–130 °C-ig emelkedik, ezért az étel rövidebb idő alatt készül el, alkotói jobban megőrzik aromájukat, ízletesebb lesz az étel. A poliamid retortafóliák különösen erősek, ellenállóak és igen nagy a szaktípuszilárdságuk, hogy a szállítás, a forgalmazás és a főzés nem csekély igénybevételit elviseljék.

A *Capran* fóliák rendkívül ellenállóak a zsírokkal, olajokkal szemben. Aromazáró tulajdonságuk révén megőrzik az ételek ízét, illatát – és távol tartják az idegen illatokat is. Jó példa erre a kávé, amelynek csodálatos illata a csomagolás felnyitásakor teljes erejével élvezhető a hosszú szállítás ellenére is.

1998 óta forgalmazzák az *M-coat* jelzéssel ellátott PA fóliákat, amelyeken egy felületi poliuretánbevonat felvitele következtében jobban tapadnak a fémek, a tinták, a ragasztók. A bevonatot nyújtás előtt in-line eljárással hordják fel az alapfóliára. Nyújtás után vastagsága mikrométer nagyságrendű. A nyújtáshoz felmelegített fólián a PA és a PUR között igen erős kötés alakul ki. Az ilyen bevonaton háromszor erősebben tapad a vákuumgőzöléssel felvitt alumíniumréteg, mint a koronakisüléssel kezelt BOPA felületen.

2007-ben a cég ezt a technikát felhasználva fejlesztette tovább PVdC-bevonatú PA fóliáit. Ezek alkotják az *Oxy-Shield* márkanevű oxigénzáró termékcsalád középső rétegét. Amikor áttértek a fóliák off-line gyártásáról az in-line gyártásra, a 15 µm-es záróréteget tartalmazó 19 µm vastag fólia valóban 15 µm-es terméké vált, azaz változatlan záróképesség mellett 25%-os anyagmegtakarítást értek el. A terméket sajt, füstölt hús csomagolására alkalmazzák, amelyeknek ezáltal meghosszabbodik az eltarthatósági ideje. 450 kg-os óriás sajtokat *Oxy-Shield 2545* fóliában érlelnek hosszú ideig, amíg eléri optimális állapotukat.

A Honeywell cég legfrissebb újdonsága a melegen hegeszthető *Capran* fólia. Az eredeti cél a felső zárófóliák és a zacskók hegesztése volt. A hegesztőréteg lehetővé teszi a PA fólia hegesztését önmagával vagy különféle alapanyagú tálcákkal. Az ilyen típusú fólia a nedvességtranszportot is szabályozni tudja, egyensúlyt teremt az élelmiszerből elpárolgó és a szabad levegőből bediffundáló nedvesség között. A fóliagyártók saját eljárásaikkal képesek a nedvességáteresztést „testre szabni”, mert az uborka pl. nagyon sok nedvességet ad le, amelyet át kell eresztetni, hogy idő előtt meg ne rohadjon; a paradicsomot tartalmazó csomagban ezzel szemben a nedvességet inkább vissza kell tartani, hogy a becsomagolt áru ne veszítsen a tömegéből. A terméknek nagyon sok változata van, amelyek közül ki lehet választani az egyszemélyes adagoktól a nagykereskedelmi mennyiségek csomagolásáig a megfelelő típusokat.

Ezeket a fóliákat jelenleg Kanadában, az USA-ban és Dél-Amerikában tesztelik, és a legkülönbözőbb zöldségféléket a zöldbabtól a salátáig és az aprított vegyes wok-

zöldségekig (wok a kínai konyhában használt gömbháj alakú serpenyő) csomagolják velük. A csomagolóeszközök kialakításakor egyéb technológiákat (perforálás, polimerdarabok beépítése az oxigén, a szén-dioxid és az etilén transzportjának szabályozására) is felhasználnak. A Honeywell más cégekkel együttműködve dolgozik a mikroperforált vagy az intelligens „polimerfoltokat” tartalmazó fóliák kifejlesztésén, hogy ezekkel minden egyes csomagolás optimális mértékű nedvességet biztosítson a benne lévő élelmiszernek, amivel eltarthatóságát kétszeresére, háromszorosára lehet majd növelni.

### *Háromrétegű PE fólia nanotöltőanyagossal záróréteggel*

Az utóbbi években a fejlesztőket a nanotechnológia hozta izgalomba, amelytől a polimerek tulajdonságainak drasztikus megváltoztatását, többek között a zárótulajdonságok javulását várták. Az első nanotöltőanyagok a réteges agyagok voltak, amelyek bedolgozását a polimerekbe még nem sikerült tökéletesen megoldani, pedig az a „titka” a nanoszerkezet elvárások szerinti működésének.

Egy ohioi cég, a **Next Generation Ltd** (Lexington) azonban már két éve gyárt háromrétegű polietilénfóliát, amelynek középső rétege nanotöltőanyagot tartalmaz. Ez nem ad tökéletes oxigénzáró képességet, de fóliáikkal a zárótulajdonság iránti igények 70%-át ki tudják elégíteni. A jó eredményt nagyon szigorú gyártástechnológiával érik el, amelyre szabadalmi igényt jelentettek be. A cég elkötelezte magát a háromrétegű fóliák gyártása mellett, szerintük az ilyen fóliák oxigénáteresztő képessége semmivel sem nagyobb, mint az öt- vagy a hétrétegű fóliáké.

### *Csomagolóeszközök háromdimenziós bevonása fém-oxid záróréteggel*

Az **Ancor** cég (Neuhausen, Svájc) háromdimenziós csomagolóeszközökre (üreges testek, tartályok, poharak stb.) visz fel védőrétegeket, amelyek javítják az eszközök záróképességét, de más funkciós tulajdonságokat is kölcsönöznek a termékeknek. A cég nagy tapasztalatokat szerzett a fémek vákuumgőzöléses felhordásában, újabban a fém-oxidok felvitelének technológiáját fejleszti. A SiO<sub>x</sub>-bevonat a „Ceramics” márkanevet kapta. Egy gépgyártóval közösen olyan gyártóegységet terveznek, amelyen a műanyag csomagolóeszköz formázásától kezdve a 3D-s bevonásig minden egyes lépés folyamatosan, in-line technológiával végezhető el.

A csomagolóeszköz előállításának három lépésből áll. Az első lépésben a kiválasztott műanyagból elkészítik az átlátszó, színes vagy fedett tetszőleges alapformát. A formaadást végezhetik fröccsöntéssel (akár szerszámban díszítve is), fúvóformázással vagy hőformázással – a 3D-s bevonás mindegyikkel társítható.

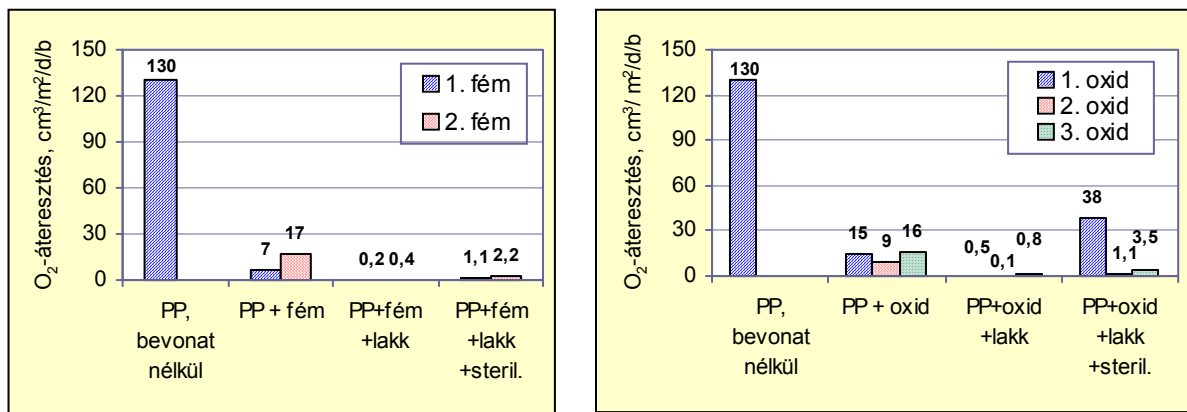
A második lépés a záróréteg felvitele. Eldöntendő, hogy fémréteget vagy átlátszó bevonatot válasszanak, és hogy azt a belső vagy a külső felületre hordják-e fel. A belső felület bevonásában lehetnek korlátok. Alapfeltétel a széles nyílás, az átmérő és a magasság megfelelő aránya, korlátozó tényező a bonyolult forma. A külső felület plazma-

sugár segítségével végzett bevonásának általában sem méretbeli, sem formai feltételei nincsenek.

A harmadik lépésben védőlakkal terítik be a záróréteget, hogy megelőzzék karcoldását vagy lekopását. A védőlakk legtöbbször UV fényel térhálósított rendszer.

Az Amcor cégnél alkalmazott záróréteg vastagsága kb. 50 nm. A belső bevonat csökkenti a ható- és aromaanyagok behatolását a polimerbe és a polimer alkotóinak migrálását a becsomagolt anyagba. Az Amcor cég vizsgálja a különböző szerves bevonatok migrációját. A végső cél: inert műanyag csomagolóeszközök gyártása az élelmiszer- és a gyógyszeripar számára.

A csomagolótechnika egyre több fröccsöntött elemet alkalmaz csomagolórendszereiben. Ezek lehetnek palackok, tasakok, tubusok kinyitását vagy visszazárását segítő elemek, csavaros kupakok, egy adagos csomagolások vagy a mesterséges táplálás eszközei, valamennyihez alkalmazható a 3D-s bevonás. Az új technológia sterilizálásálló csomagolást eredményez, azaz sterilizáláskor nem lép fel az etilén/vinil-alkohol (EVOH) záróréteget tartalmazó csomagolóanyagoknál tapasztalt és „reaktorsokk”-nak nevezett jelenség, amikor a záróképesség a sterilizálás hatására eredeti értékének töredékére csökken.



2. ábra A PP oxigénáteresztő képessége bevonat nélkül, különböző fém- és oxidbevonatokkal, lakkozva és anélkül, ill. sterilizálás után

A műanyagok egy részének igen nagy az áteresztőképessége, pl. az eredeti oxigénáteresztése. Már egy leheletvékony oxidbevonat is sokat javít ezen, a friss hús eltarthatósága pl. jelentősen megnövekszik, ha a csomagolóhoz használt tálca felületére viszik azt fel.

A fejlesztés jelenleg a részletek kidolgozásának szakaszában van, és az Amcor cég ebbe piaci partnereit is bevonja. Mivel a 3D technológiában különböző fémeket és oxidokat lehet felhasználni, kutatják ezek tulajdonságait és alkalmazási területeit. A 2. ábra a PP oxigénáteresztésének változását mutatja különböző fém- és oxidrétegek felhordása után. A vizsgálati eredmények alapján lehetőség nyílik majd arra, hogy olcsó

és könnyen feldolgozható műanyagból készítsék a tömegtermékek csomagolóeszközöit, amelyek elvárt záróképességét 3D-s bevonatokkal teremtik meg, és amelyeket sterilizálni is lehet.

Egy nagy teljesítményű pohárgyártó berendezés összeépítése bevonatot készítő kamrával és azt követő lakkozó egységgel megvalósítható. A további kihívásokat az Amcor cég partnereivel együtt fogja megoldani. Az új technológia az eddiginél nagyobb szabadságot ad a csomagolóeszközök gyártásában, egyúttal növeli az élelmiszerek biztonságát és eltarthatóságát.

Összeállította: Pál Károlyné

Stock, S.: Packmittel erklären = Kunststoffe, 100. k. 7. sz. 2010. p. 19–20.

Guhse, K.: Verpacken ist mehr als einpacken = Plastverarbeiter, 61. k. 4. sz. 2010. p. 58–59.

Deligio, T.: Nanotechnology boosts barrier in three-layer films = Modern Plastics Worldwide, 86. k. 9. sz. 2009. p. 18–19.

Stock, S.: Behälter dreidimensional beschichten = Kunststoffe, 100. k. 7. sz. 2010. p. 52–54.

<b>MŰANYAG ÉS GUMI</b>	
a Gépipari Tudományos Egyesület, a Magyar Kémikusok Egyesülete és a magyar műanyag- és gumiipari vállalatok havi műszaki folyóirata	
<b>2011. március: műszaki műanyagok</b>	<b>2011. április: műanyag-feldolgozás – extrudálás</b>
<p><i>Dr. Baumert M.: Van, aki forrón szereti – fémhelyettesítés műanyaggal a motortérben</i></p> <p><i>Bocz K., Bodzay B., dr. Toldy A. és munkatársai: Égégátolt szöveterősítéses kompozitok fejlesztése vegyes műanyag hulladékból</i></p> <p><i>Renner T., dr. Pék L.: Gumi-fém kötés kialakításának feltételei gépipari hibrid alkatrészek gyártásánál</i></p> <p><i>Garas S.: Műanyagok égégátolása I. Alapismeretek</i></p> <p><i>Dr. Macskási L.: Mit kell tudni a polimerek/műanyagok reológiájáról?</i></p> <p><i>II. A mérési eredmények gyakorlati alkalmazása</i></p> <p><i>Cilibert M., Petzel T.: A Ticona műszaki műanyagai a fenntartható technológiák szolgálatában</i></p> <p><i>Dr. Macskásiné Éltető É.: Merre tart a világ műanyagipara a K'2010 idején V. Az elasztomerek és feldolgozásuk innovációi</i></p>	<p><i>Dr. Lehoczki L.: Új anyagok az extrudálásban</i></p> <p><i>Dr. Halász L.: Hőre lágyuló műanyagok extrudálása</i></p> <p><i>Závogyán J.: Csepegtető csövek és szalagok</i></p> <p><i>Garas S.: Műanyagok égégátolása II. Égégátoló szerek</i></p> <p><i>Dr. Schade Chr., Renner H-J., dr. Heckmann W.: Tervezhető tulajdonságmódosítások</i></p> <p><i>Dr. Macskásiné Éltető É.: Merre tart a világ műanyagipara a K'2010 idején VI. A műanyagfóliák és a fóliagyártás innovációi</i></p> <p><i>Iparjogvédelmi hírek; kiállítások, konferenciák; műanyagipari hírek; műanyagipari újdonságok; szakmai közélet.</i></p>
<p>Szerkesztőség: 1371 Budapest, Pf. 433. Telefon: +36 1 201-7818, 201-7580 Fax: +36 1 202-0252</p>	