

## Gázok/gőzök áthatolását gátló vagy szabályozó csomagolások. 1. rész

A világon termelt élelmiszereket ma többnyire nem ott fogyasztják el, ahol megtermelik, és nem kis részüket messzi fogyasztókhoz szállítják. Csomagolásuknak egyszerre kell szavatolnia az élelmiszer biztonságát és minőségét, a hosszú időtartamú eltarthatóságot, egyúttal vásárlásra kell ösztönöznie a fogyasztót. Mindezeket és több más tulajdonságot is könnyebben lehet elérni gázok/gőzök áthatolását gátló vagy szabályozó csomagolással. A publikáció első részében az ilyen csomagolások fejlesztési irányait és a megvalósításhoz felhasználható új anyagokat, a következő számban megjelenő 2. részben az alkalmazási területeket, továbbá az élelmiszer-csomagolás mellett az orvostechnika és a gyógyszeripar csomagolásokkal szemben támasztott igényeit mutatjuk be.

*Tárgyszavak: csomagolóipar; élelmiszercsomagolás; műanyag-alkalmazás; fejlesztési irányok; gázáteresztés; vízgőzáteresztés; záróréteg.*

A vásárló ma nemcsak azt várja el a csomagolástól, hogy védje az árut, azt a saját szemével látni is szeretné, biztos akar lenni abban, hogy az „egészséges” és hosszan megőrzi frissességét, ízletes, továbbá hogy megfelel a nemzetközi szabványok előírásainak. Beszerzése, felhasználása pedig legyen „kényelmes”. Könnyen fel lehessen nyitni, de lehetőleg vissza is lehessen zárni. Az áru adagolása feleljen meg személyes igényeinek. Előny, ha a csomagolással együtt lehet felmelegíteni, vagy a zacskóban, tálcában lehet megfőzni. 2016-ban az ilyen „kényelmes” élelmiszerekért a vásárlók a világon kb. 140 milliárd USD-t fizettek ki. A csomagolás emellett ne növelje túlságosan a hulladék tömegét. Jó lenne, ha biodegradálható lenne. Az eladók érdeke, hogy legyen vonzó, csábítson a vásárlásra.

A becsomagolt élelmiszerek minősége és eltarthatósága erősen függ attól, hogy a csomagolóanyag milyen mértékben engedi át az oxigént és a vízgőzt. Az oxigénre érzékeny telítetlen zsírokat tartalmazó élelmiszerek hosszabb eltarthatóságára irányuló törekvések komoly mértékben motiválták mind a flexibilis, mind pedig a merev falú, oxigén és a vízgőz áthatolását gátló csomagolóeszközök fejlesztését. Próbálkoztak ún. aktív védelemmel is, ilyenkor a csomagolás oxigént vagy vízgőzt elnyelő anyagot tartalmaz. Az áthatolást gátló és az aktív védelem kombinálásával az élelmiszerbe kevert adalék nélkül lehet megnövelni annak élettartamát, hosszabb ideig megőrizni ízét, állagát.

### Az oxigéngátló csomagolások néhány újdonsága

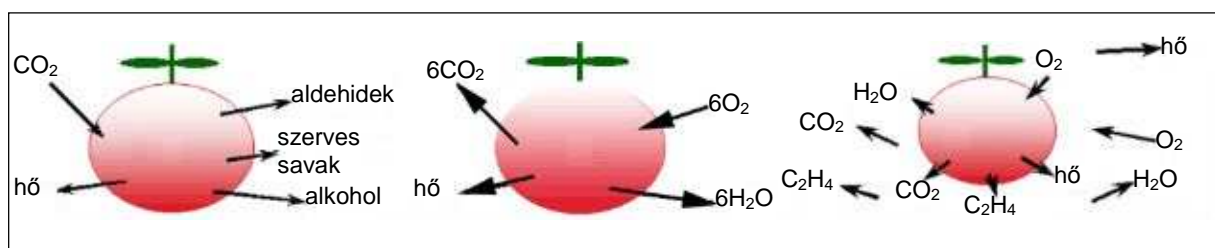
Az oxigén áthatolását a csomagolás falán legtöbbször többrétegű falszerkezettel akadályozzák meg, amelyben valamelyik réteg olyan speciális polimerből készül, ame-

lyiknek jó a záróképessége az oxigénnel szemben. Az ilyen polimerek képezhetnek fizikai gátat, de tartalmazhatnak olyan adalékot is, amely elnyeli az oxigént. Nanotechnológiával, nanoméretű töltőanyagokkal hasonló hatás érhető el, és ezért ez az eljárás is terjedőben van, bár vele kapcsolatban biztonsági, környezetvédelmi, etikai, politikai és bizonyos szabályozási aggodalmak merültek fel. A csomagolásba épített záróréteggel elkerülhető, hogy a becsomagolt élelmiszer tartósságát adalékokkal növeljék.

Az oxigénáthatolást gátló anyagok között vannak új, átlátszó polimerek, amelyekkel helyettesítő az alumíniumfólia vagy a csomagolást átlátszatlaná tevő záróanyag, mert a vásárlók szívesebben vásárolják meg az átlátszó csomagolásban kínált árut.

A merev falú csomagolóeszközök között a kofróccsöntéssel és nyújtva-fúvással készített, külső bevonattal oxigéntől védett palackok mellett egyre több a monoréteges PET palack. Az oxigénzáró polimerrel kevert PET a szokásos palackfúvó berendezéseken gyártható, és az egyszerűbb gyártástechnológián kívüli előnye, hogy a palackok anyaga nem sárgul. Az üdítőital-gyártást sem elkerülő falvékonyítás növeli a védelem nélküli palackokon áthatoló gáz mennyiségét; ez az anyagukba kevert oxigénzáró polimerrel csökkenthető. Az élelmiszer-csomagolásban fokozódó érdeklődés a bioműanyagok iránt serkenti a gáz/gőzzáró biopolimerek fejlesztését.

Az élelmiszereket (húst, friss gyümölcsöt, zöldséget, fűszernövényeket) gyakran ún. módosított atmoszférás csomagolásban forgalmazzák, amelyben speciális gázkeverék szavatolja az áru frissességét, ezért az nemcsak tovább maradhat a polcon, hanem sokkal nagyobb távolságra is szállítható. A gázkeverék tartósságának (egyensúlyának) megőrzésére újabban szelektíven lélegző fóliákat alkalmaznak (*EMAP, equilibrium modified atmosphere packaging*), amelyek átlátszóak, jól hegeszthetők és nem csapódik le rájuk a nedvesség. Ez a technika nem új, de innovatív rendszereket fejlesztettek ki speciális élelmiszerek optimális védelmére. Mivel a gyümölcs és a zöldség „élő anyag”, és a csomagolásban is „lélegzik”, a húshoz is használt gázkeverék nem tartósítja őket megfelelően.



1. ábra Friss gyümölcsök „lélegzése” anaerob (balra), aerob (középen) és szabályozott (EMAP) atmoszférában (jobbra)

Ha a csomagon belül szabályozni tudják az oxigén és a szén-dioxid koncentrációját, késleltethetik a lélegzést és az érési folyamatot, továbbá csökkenthetik az etilénfejlődést (1. ábra). Az ábra bal oldali képén a gyümölcs gázzáró csomagolásban van, de

élő szervezet lévén, lélegzésével oxigént vesz fel és szén-dioxidot bocsát ki, ezért anaerob irányban módosítja a körülötte lévő atmoszférát, amelyben illatokat és szagot bocsát ki. Középen a csomagolás erősen átteresztő, a gyümölcsöt a külső atmoszféra veszi körül, lélegzését semmi nem korlátozza. Jobb oldalon EMAP csomagolásban az O<sub>2</sub> és a CO<sub>2</sub> koncentrációja ki van egyenlítve, a gázok áthatolását szabályozzák, a gyümölcs lélegzését kiegyenlítik. Ebben az atmoszférában csökken az enzimek okozta barnulás, késeltetve van a termék puhulása, nincs vitaminveszteség; összesítve: a termék hosszabb ideig megőrzi friss jellegét. Mindezt tartósítószerrel nélkül.

Az EMAP fóliákat úgy kell megtervezni, hogy összhangban legyenek a termék kezelési módjával, az etilén érzékenységgel és a csomagolt áru lélegzési sebességével. A csomagon belüli oxigénkoncentrációt a fólia mikroperforációja szabályozza. Minden egyes terménynek és variációknak egyedi fizikai és biológiai jellemzői vannak, és különböző módon perforált fóliákat igényelnek az optimális gázáteresztéshez. A fóliák gázáteresztő képessége kritikus pontja a friss termények minőségének megőrzéséhez.

Legjobb, ha a fóliát a csomagolást végző cégnél perforálják. A különböző vastagságú fóliákon ugyanis eltérő pórusméret-variációkat kell alkalmazni. A termények lélegzése emellett az évszaktól és növekedés körülményeitől függően is változik. A PerfoTec cég (Woerden, Hollandia) inline fóliaperforáló berendezésével (2. ábra) beállítható a mikrolyukak száma, mérete, eloszlása, ezért a fólia gázáteresztő képessége – a standard lézerperforáló berendezésektől eltérően – optimalizálható az adott feladat céljára. A perforálást inline kamera ellenőrzi. A PerfoTec új mérőberendezésével négy óra alatt meghatározható a termények légzési sebessége és ennek az adatnak megfelelően optimalizálható az EMAP fólia átteresztőképessége.



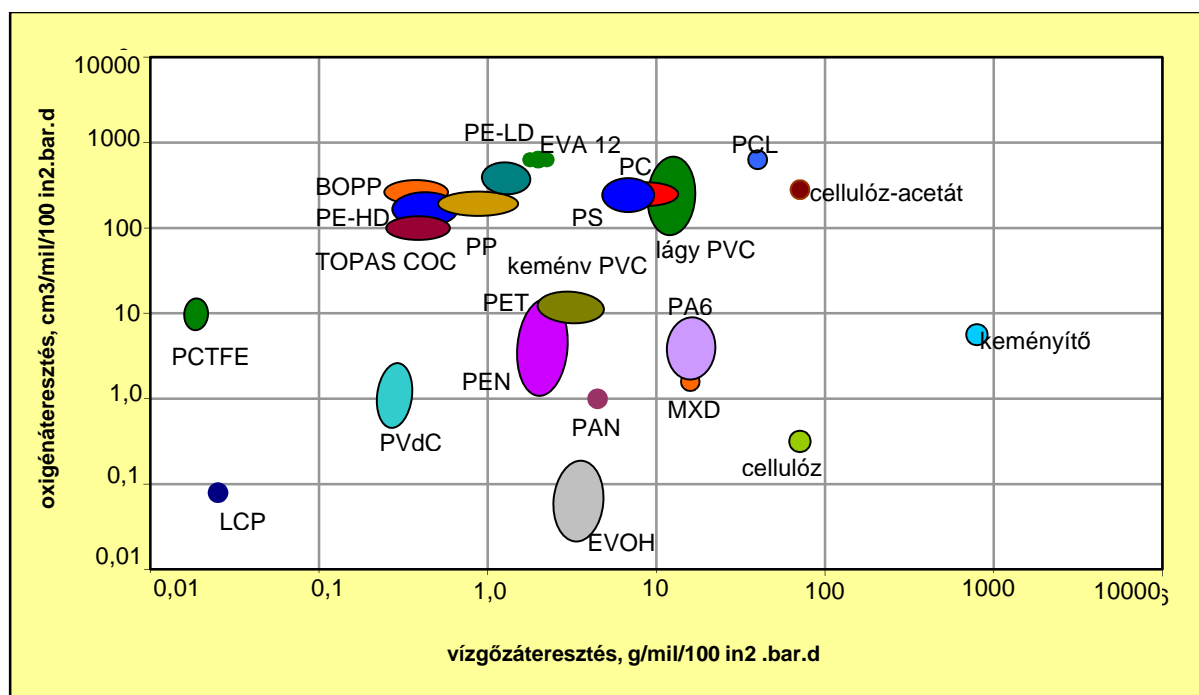
2. ábra A Perfo Tec cég EMAP fóliaperforálója (balra), az inline lézeres fóliaperforálás (jobbra fenn) és a termény lélegzésének mérése (jobbra lenn)

## Új anyagok és új megoldások

Az új gáz- és gőzzáró műanyagok fejlesztése révén egyre változatosabbak azok a többrétegű fóliák, amelyeket a kényes élelmiszerek csomagolásához alkalmaznak.

Ezekről a 3. ábra ad áttekintést. Záróréteggént legtöbbször a következő polimerekből készített fóliákat alkalmazzák felsorolt tulajdonságaik miatt:

- polipropilén (PP), jó mechanikai tulajdonságok és vízgőzzárás,
- polietilén (PE), hegeszthetőség és vízgőzzárás,
- metalloccén katalizátorral előállított lineáris kis sűrűségű polietilén (mPE-LLD), jó optikai és mechanikai tulajdonságok,
- poliamidok (PA), aroma- és oxigénzárás, merevség,
- etilén/vinil-alkohol (EVOH), erős oxigénzárás, általában erőteljes gáz- és vízgőzzárás. Környezetbarát és átlátszó, de nem alkalmazható magas hőmérsékleten,
- etilén/vinil-acetát (EVA), jó hegeszthetőség,
- politejsav (PLA), biodegradálhatóság.



3. ábra Különböző műanyagok oxigén- és vízgőzáteresztő képességének összehasonlítása. Az angol mértékegységben megadott értékek azt jelentik, hogy egy 25 µm vastag (1 mil) és 645 cm<sup>2</sup> (100 in<sup>2</sup>) felületű fólián 23 °C és 50% relatív páratartalmú környezetben 1 bar nyomás mellett naponta az polimert képviselő terület által kijelölt mennyiségű oxigén (cm<sup>3</sup>-ben) és vízgőz (g-ban) hatol át

A műanyagok csomagolásának záróképeségét többféle módon lehet javítani. Vákuumgőzöléssel fel lehet vinni a felületre gázok és gőzök áthatolását gátló bevonatokat (alumíniumot vagy átlátszó oxidokat, pl. alumínium- vagy szilikon-oxidot PET, BOPP felületére). Ki lehet alakítani jó záróhatású többréteges szerkezeteket. Nanorészecskéket lehet bekeverni a polimermátrixba.

A közelmúltban kezdett forgalmazni a Topas Advanced Polymers (Frankfurt am Main, Németország) egy fóliaextrudálásra ajánlott ciklikus olefinkopolimert (COC), amelyben a hőállóság és a könnyű extrudálhatóság egyedülálló kombinációját hozták létre. A COC kopolimerek amorf szerkezetűek, ebből adódóan átlátszóak, gátat szabnak a nedvességnek, nagy a szilárdságuk és biokompatibilisek. A *Topas 7010F-600* jelzésű változat terhelés alatti behajlásának hőmérséklete (HDT értéke) 100 °C, többretegű csomagolóanyagokat extrudálnak vele, amelyekből melegen is tölthető csomagolóeszközöket gyártanak. Elsősorban poliolefinekkel és záróhatású polimerekkel (PA, EVOH) társítják. A COC-t tartalmazó többretegű fóliákból akár 100 µm vékony fémmel gőzölt fóliákat, csavarással lezárható fóliákat; melegen tölthető csomagolószereket, zsugorcímkéket gyártanak. Fújt vagy öntött fóliákat egyaránt lehet vele készíteni a szokásos berendezéseken. Feldolgozási hőmérséklete elérheti a 230 °C-t.

Európában évente sok tonna melléktermék képződik a hüvelyesek konzervipari felhasználásakor, amelyet kidobnak és hulladékrakókban helyeznek el. Ez nemcsak sok pénzébe kerül az élelmiszeriparnak, de terheli a környezetet is. Az EU 7. keretprogramjában szereplő, 3 évre tervezett *Leguval projekt* célul tűzte ki, hogy fehérjealapú fóliát vagy bevonatot készítsenek biodegradálható csomagolófóliák gázáthatóságának csökkentésére. Ez a módosítás a biodegradálhatóságot nem csökkentené. A hüvelyesek melléktermékeiben 21% szárazanyag, 6% fehérje, 3,5% keményítő, 8% rost és 2% cukor van. A hüvelyesek héjából extrahálással kivont fehérjét műanyag fóliákra bevonatként vinnék fel, amivel helyettesíthetnék a drága szintetikus oxigénzáró réteget, a visszamaradó biomasszából pedig anaerob rothasztással biogázt termelnének. Az eljárás ipari méretű megvalósítása folyamatban van.

A Toray Plastics America (North Kingstown, Rhode Island, USA) fémréteggel bevont, *Toryfan PC5* márkanévű BOPP fóliája tökéletes gátat képez a nedvességnek és az oxigénnek. A fémbevonatot a sérüléstől karcálló lakk védi, a 15 µm vastag BOPP fólia másik oldalát koronakisüléssel aktiválták, amelyre hidegen, nyomás hatására kötő ragasztóréteget visznek fel, ezért könnyen laminálható vagy extrudálással további polimerréteget tartalmazó fóliává alakítható, amely vízszintes és függőleges FFS (form-fill-seal, formázd-töltsd-zárd le) csomagológépeken is használható. A *Toryfan PC5* tartós, költségtakarékos helyettesítője lehet a speciális polimerből készített zárórétegeknek. Jó záróképességű csomagolószerek jellegzetes szerkezeteire néhány példa:

- papír/PE/PC5/PE/,
- lefejthető védőfólia/ragasztó/PC5/nyomásra érzékeny ragasztó,
- PA10/festék/ragasztó/PC5/ragasztó/PE,
- F61W/festék/PE/PC5/PE (F61W = a Toray egyik oldalán koronakezeléssel aktivált, másik oldalán hegeszthető BOPP fóliája),
- festék/papír/PE/PC5/PE.

A záróréteges csomagolás fő funkciója, hogy megvédje a becsomagolt árut a hőtől, a nedvességtől vagy a kiszáradástól, az oxigéntől, a nyomástól, az enzimektől, az idegen illatoktól, a mikroorganizmusoktól, a férgektől, a pizsoktól, a portól, a gázemissziótól stb. Az élelmiszerek eltarthatóságát növeli az enzimes, mikrobiológiai és a biokémiai reakciók gátlása, amit hőmérséklet-szabályozással, nedvesség-



szabályozással, vegyi anyagokkal: pl. sózással, cukorral, természetes savakkal, széndioxidban gazdag vagy oxigénben szegény atmoszférával, ill. ezek kombinációjával lehet elérni. A termék, a gyártási folyamat, a csomagolás és az elosztás precíz összehangolása elengedhetetlenül fontos annak érdekében, hogy az élelmiszert a termelő és a fogyasztó között semmiféle szennyeződés ne érje.

Az ideális csomagolóanyag inert, ellenáll a külső hatásoknak, és belőle semmiféle molekula nem kerülhet az élelmiszerbe, mint ahogy az élelmiszerből sem a csomagolóanyagba. A csomagolószerek további funkciói a megtartás, a kényelem, a marketing és a kommunikáció.

A megtartás azt jelenti, hogy a liszteszacskóból nem szóródik ki a liszt, a zacskós tej pedig nem csepeg. A kényelem, hogy a befőttes tartalmazó üveg felbontásához nincs szükség lakatosra vagy speciális szerszámra. A marketing/reklám vásárlásra ösztönöz, egyúttal visszakereshetővé teszi a termék útját, ha szükséges. A kommunikáció ismereteket közöl a termék tömegéről, összetételéről, tápértékéről, elfogyasztásának esetleges veszélyeiről.

Összeállította: Pál Károlyné

Rosato, D.: Innovative plastic barrier packaging trends = MultiBriefs: Exclusive, 2016. márc. 28. <http://exclusive.multibriefs.com/content/innovative-plastic-barrier-packaging-trends/-engineering>

Rosato, D.: Barrier packaging: Novel material and process solutions = MultiBriefs: Exclusive, 2016. ápr. 11. <http://exclusive.multibriefs.com/content/barrier-packaging-novel-material-and-process-solutions/engineering>

## **Elektronikai bontó Etén**

A Komárom-Esztergom megyei Ete község önkormányzata 102 millió forint ráfordításával elektronikai hulladékbontót alakít ki, a beruházás forrását a Belügyminisztérium pályázatán nyerte el a település.

Az üzem 10 embernek ad munkát, ők egy évig szakmunkás közmunkabéért kapnak. A támogatási idő lejártá után a bontót a község szociális szövetkezete veszi át, és további öt embernek adnak munkát.

A létesítményt szeretnék alkalmassá tenni honvédségi elektronikai hulladék és egészségügyi berendezések ártalmatlanítására. A tervezett kapacitás évente 300 tonna hulladék feldolgozása. A létesítménybe 50–100 kilométeres körzetből érkeznek a hulladékok, a beszállítók 150 fős körét az önkormányzat saját maga alakította ki, és a keletkező másodnyersanyagok felhasználóival is ők állapodtak meg. A bontást kézi munkával végzik, a környezetbe káros anyag nem kerül.

Az elektronikai és számítástechnikai eszközök gyors avulása miatt egyre növekszik azoknak a berendezéseknek és alkatrészeknek a mennyisége, amelyek tulajdonosaik számára értéktelenné válnak.

J. P.

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

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