

## A flexibilis műanyag csomagolóanyagok újrahasznosítása

A flexibilis csomagolások világszerte egyre népszerűbbek. Ehhez a csomagoláskor legtöbbször talpas zacskókat használnak, amelyeket ma záróréteget tartalmazó többrétegű fóliákból készítenek. A főképpen polietilénből készült, de általában poliamid vagy politejsav (EVOH) záróréteget tartalmazó zacskók anyagának újrafeldolgozása a hulladékkezelőknek gondot okoz. A műanyaggyártók nagy erőfeszítéseket fejtenek ki, hogy elő tudják állítani az egyetlen műanyagból, polietilénből készíthető ideális zacskókat, vagy lehetővé tegyék, hogy azok a zárórétegek ellenére a polietilén hulladékkármal együtt újrafeldolgozhatók legyenek. Az iparág ezen túlmenően keményen dolgozik azért, hogy csökkentse a műanyag hulladék mennyiségét, és hogy a hulladék minél nagyobb részét ismételtén hasznosíthatóvá tegye. Mindezzel igyekszik hozzájárulni a körkörös gazdaság megvalósításához.

*Tárgyszavak: csomagolóstechnika; flexibilis csomagolás; talpas zacskók; hulladékhasznosítás; körkörös gazdaság.*

2019-ben a Dow cég hírül adta, hogy a Mexikói-öbölben, Freeportban lévő vegyi üzemének területén két közlekedési utat építettek polimerrel módosított aszfaltból (PMA), amelyhez lakossági hulladékból visszanyert műanyagot kevertek. A két út hossza összesen közel 800 m, amelyhez összesen 765 kg PE-LLD-t használtak fel. Ez kb. 120°000 kiskereskedelemben használt fóliazacskó tömege. A műanyag hulladékot a DuPont cég Elvaloy márkanévű reaktív elasztomer terpolimerjével dolgozták össze, ez által módosították az aszfaltburkolat kötőerejét. Az Elvaloyból mindössze 0,5–2,5% már könnyen feldolgozhatóvá teszi a hulladékot. Ha ilyen utakat építhetnének az USA-ban vagy más térségekben, rengeteg műanyag hulladékot tudnának hasznosítani, mindenképp a fóliaalapú, ún. flexibilis csomagolás hulladékát, amelynek feldolgozása ma még nehézkesen megy. Az utakba építéskor nem volna szükség a gondos szétválogatásra, amivel sok pénzt lehetne megtakarítani.

A Dow cég a kísérleti utakat alapos vizsgálatnak veti alá, de máris beszerzett a világ különböző térségeiből összesen kb. 40 km hosszú utak építéséhez elegendő hulladékot. Projektje révén mintegy 100 tonna műanyaggal kevesebb került a lerakókba. A cég abban reménykedik, hogy kezdeményezése felkelti az érdeklődést, és az útépités csökkenteni fogja a környezetet (és az óceánokat) elszennyező hulladékmennyiséget.

A műanyaggyártók közül nem csak a Dow keresi az új lehetőségeket a műanyag hulladék mennyiségének csökkentésére, az iparág sokféle kezdeményezéssel próbál ehhez hozzájárulni. Ezzel is igyekszik mérsékelni azt a nyomást, amellyel a törvényalkotók és a közvélemény ma a műanyagok előállítására, feldolgozásra és forgalmazásra kifejt.

## **Az ideális flexibilis csomagolóanyag az egy fajta műanyagból készült fólia volna**

Észak-Amerikában és a világ más részeiben egyre szélesebb körben terjed a flexibilis csomagolás, azaz egyre többféle árut forgalmaznak egyszerű fóliazacskóban, talpas zacskóban, oldalán hajtással bővített talpas zacskóban (angol neve gusset pouch) vagy egyszerűen fóliaburkolatban. Mivel ezek alapanyaga legtöbbször többrétegű fólia, újrafeldolgozásuk nincs igazán megoldva. A csomagolási hulladék összegyűjtése és visszaforgatása a gyártásba csak néhány nagy mennyiségben alkalmazott műanyagra, elsősorban a poliolefinekre és a poliészterekre (mindenekelőtt a PET-re) terjed ki.

*Észak-Amerikában számos szakember állítja azt, hogy a műanyag hulladék visszaforgatása a gyártásba soha nem lesz gazdaságos.* Néhány kivételt figyelmen kívül hagyva, az USA-ban sokkal költségesebb egy tonna műanyagot újra feldolgozni, mint azt lerakóba helyezni. Viszonylag kevés olyan kereskedelmi csomagolóanyag van forgalomban, amelynek újrahasznosítása gazdaságos. Ilyen a hullámpapír, az üveg, az alumínium- és fémdobozok. A közvélemény nyomása miatt azonban számos vállalat dolgozik azon, hogy hozzájáruljon a „körkörös gazdaság” megvalósításához, amelyben a műanyag csomagolóanyagot előállítják, felhasználják, használat után összegyűjtik, majd ismét feldolgozzák hasonló vagy valamivel kisebb értékű terméké.

A vásárlók nem akarják, hogy a csomagolóanyag a hulladéklerakókba vagy az óceánokba kerüljön. Ugyanakkor a termékgyártók és a vásárlók is ragaszkodnának a flexibilis csomagolás előnyeire, hogy könnyen szállítható, külleme vevőcsalogató, a csomag tartalma látható stb.

A visszaforgatás igénye kihat a csomagolóeszköz tervezésére. A visszaforgatható csomagolás anyagának tulajdonságai emiatt nem lesznek feltétlenül ideálisak az élelmiszerek vagy italok forgalmazására, azaz kevésbé tudják szavatolni a termék eltarthatóságát, az oxigén és a vízgőz áthatolásának gátlását. A mai vásárlók emellett azt is elvárják, hogy a csomagolás az árutól függően elviselje a tárolást a fagyaszóban, vagy mikrosütőben legyen felmelegíthető; és az is megszokták, hogy egy- vagy többadagos mennyiségben vásárolhassák meg az élelmiszereket.

Az ideális flexibilis csomagolóanyag az lenne, amelyet egyetlen konkrét műanyagból állítanak elő. Ez megkönnyebbítené a gyártást, a hulladék összegyűjtését és ismételt feldolgozását. A jelenlegi flexibilis csomagolóanyagok azonban különböző poliolefineket, poliamidot, EVOH-t, poliésztert és a rétegek közötti tapadást javító anyagokat tartalmazhatnak, felületükön pedig sokféle színű festéket is hordozhatnak, hogy kielégítsék a velük szemben támasztott követelményeket.

A Dow cég 2013-ben piaci forgalomba hozta az első kizárólag PE-ből felépülő talpas zacskót, amelynek csekély a gázáteresztő képessége, és fagyaszott élelmiszer csomagolására is alkalmas. A zacskók visszagyűjtését úgy képzelte el, hogy azt a vásárlók visszaviszik a szupermarketekben található gyűjtőládába, amelybe csak szavatoltan polietilénből (PE, PE-LD, PE-LLD, PE-HD) készített csomagolóeszközöket szabad bedobni.

Az elmúlt években a Dow a Sustainable Packaging Coalitionnal (SPC, a Fenntartható Csomagolás Koalíciója) együtt kidolgozta *RecycleReady* (Visszaforgatásra Kész) programját, és kifejlesztette *Retain* márkanevű polimermodosító adalékát, amely az oxigénzárást segít

EVOH összeférhetőségét javítja a PE-vel, ha az 5%-nál nem több. Ezért az ilyen adalékot tartalmazó zacskók hozzáadhatók az újrafeldolgozásra szánt PE fóliák hulladékáramához. Ilyen zacskókban magokat tartalmazó müzliket és dióféléket forgalmaznak.

Az SPC befogadta a Dow technológiáját *How2Recycle* programjába, és hozzájárult, hogy a RecycleReady technológiával készített csomagolóeszközökre rákerüljön a Koalíció „Store Drop-Off” címkéje, ami lehetővé teszi, hogy azokat az üzletek gyűjtőládáiba dobják. A cég Retain adalékát más PE-alapú csomagolóeszközökben is szeretné alkalmazni.

## **A zacskós csomagolásé a jövő?**

A visszaforgathatóság mellett természetesen a flexibilis csomagolóeszközöknek számos más igényt is ki kell elégíteni. A talpas zacskóktól pl. azt is elvárják, hogy alkalmazásuk költségmegtakarítást eredményezzen. Ha a sokkal kisebb tömegű fóliazacskóba ugyanannyi árut töltenek, mint a korábban használt merev csomagolóeszközbe, csökken az anyag ára, a könnyebb csomag szállítása további megtakarítást hoz, emellett kisebb lesz az ökológiai lábnyoma is. A fóliazacskókra nyomtatható grafika nagyobb marketinglehetőségeket is ad, a vásárló a polcon könnyebben felismeri kedvenc termékét.

A digitális technika pozitívan hat a flexibilis csomagolásra. *Előrejelzések szerint 2025-ben az élelmiszerek 20%-át netáruházakból fogják megrendelni*, amelyek forgalmi értéke eléri a 100 milliárd USD-t. Az élelmiszerek online vásárlása évente 2–4,3%-kal növekszik. A hagyományos kiskereskedelem a következő években szűkülni fog, mert a fogyasztók egyre gyakrabban hozzák házhoz az élelmiszert, különösen, ha az könnyen romlandó.

Számos online élelmiszer-áruház ingyen szállítja házhoz a megrendelt árut, hogy magához csábítsa a vásárlókat. Az áruházak számára fontos, hogy a csomagolás könnyű és kiszállítása olcsó legyen.

A flexibilis csomagolás előnye egyebek mellett a digitális nyomtatás. Az élelmiszergyártók és csomagolók berendezkedtek a nyomtatásra, és maguk látják el a legrefináltabb grafikával csomagolóeszközeiket, hogy vonzóvá tegyék termékeiket.

A Freedonia Group az USA-ban alkalmazott zacskós csomagolásokat felmérő 8. tanulmányát 2018-ban adta ki. Ebben a felhasznált zacskók értékét – beleértve a nem élelmiszerek csomagolására alkalmazott zacskókat is – 10,5 milliárd USD-re becsülte, és 2023-ig évi 3,9% növekedést jósolt. 2017-ben a felhasznált zacskók piaci értékének 33%-át az édességek és nassolnivalók, 21%-át közvetlen fogyasztásra szánt élelmiszerek, 5%-át más termékek adták.

Egy indiai piackutató cég, A Market Research Future, a flexibilis csomagolóanyagok növekedését (amelyek közé besorolja a műanyagok mellett a papírt és az alumíniumfóliát) 2017-2023 között 5,9%-ra becsüli, globális értékét 129 milliárd USD-re jósolja, amelynek legnagyobb piaca az ázsiai-óceáni térség, elsősorban Kína, Japán és India lesz.

## **Innovatív polimerek a flexibilis csomagolás számára**

A flexibilis csomagolás népszerűségének növekedése arra sarkallja a műanyaggyártókat, hogy új polimereket kínáljanak fel erre a célra. Egyik ilyen újdonság az

alifás poliketon, amelyet a többrétegű fóliákban záróréteggént alkalmazott PA 6 és EVOH helyettesítésére ajánlanak. Ilyen alifás poliketon alapú termék a floridai Esprix Technologies *Ketoprix* márkanévű gyártmánya. A cég ezt a terméket „drop in” jelzővel illeti, azaz ha az alapvetően PE-ből felépített többrétegű fóliákban a PA6 vagy EVOH záróréteget ezzel helyettesítik, a fólia feldolgozásához a töltőgépen semmilyen változtatást nem kell végezni. A *Ketoprix* réteg fóliába illesztéséhez a cég háromféle tapadásnövelő anyagot (*ETL183*, *ETL186*, *ETL1812*) is kínál. A tapadóréteg adhéziós szilársága 3,6 kg/cm, magasabb hőmérsékleten pedig azonos a polietilénnel. A *Ketoprix* olcsóbb az EVOH-nál és ára versenyképes a PA6-tal. Jó oxigén- és vízgőzzáró tulajdonságai lehetővé teszik, hogy a belőle készített réteg vastagsága fele olyan legyen, mintha EVOH-t alkalmaztak volna. *Ketoprix* réteget tartalmazó fóliák jelenleg még nincsenek kereskedelmi forgalomban, de egy meg nem nevezett cégnél már gyártanak ilyeneket, és a fóliákat széles körű vizsgálatnak vetik alá. Az Esprix cég az alifás poliketon alappolimert a dél-koreai Hyosung cégtől szerzi be, és kompaundálással a csomagolótechnika és más alkalmazási területek (geofóliák, olajvezetékek bélelése, elektromos hajtóművek, üzemanyag-adalék) számára gyárt különböző termékeket. *Ketoprix* polimerjeit Észak-Amerikába, Európába és Indiába is szállítja.

A Dow cég *Innate* polietilénjeinek választékát feszítőkerettel (tenter-frame) két irányban nyújtott polietilénnel bővítette. A TF-BOPE fólia mechanikai tulajdonságai – közöttük a merevség, a hajtogatás hatására bekövetkező repedéssel szembeni ellenállás – kiemelkedőek, nyomtathatósága és optikai tulajdonságai is kitűnőek. A fólia könnyen feltéphető, ezért különösen alkalmas élelmiszerek csomagolására. Jól alkalmazható teljesen PE-ből felépülő többrétegű fólia külső nyomtatható rétegekként, pl. nyomtatható PET vagy két irányban nyújtott PA fólia helyettesítésére. Ilyen módon a többrétegű fólia hozzákeverhetővé válik az újrafeldolgozásra kerülő PE hulladékáramhoz.

A Dow másik újdonsága a csomagolófóliák és címkék finiselésére kifejlesztett *Opulux* bevonóanyag, amely elegáns matt megjelenést és lágy tapintást ad a felületnek. Ez az anyag, amely jól tapad PET, PA, BOPP, papír felületére, olyan akrilbázisú emulzió, amely 10 µm átmérőjű akrilgyöngyöket tartalmaz. A matt felület kevésbé kopik, és helyettesíti a matt fólia, a lakk- vagy poliuretánbevonat, ill. a fényes csomagolás alkalmazását.

A *Luflexen hyPE 35P FA* jelzésű, ugyancsak a flexibilis csomagolás számára kifejlesztett polietilén a LyonellBasell cég terméke. Ennek a polimernek a jellemzői a széles feldolgozási ablak, a nagy merevség és szívósság, amelyek lehetővé teszik a fóliavastagság csökkentését és ezáltal az anyagmegtakarítást, egyúttal a hulladékcsökkenést. A belőle készített fólia természetesen újrafeldolgozható.

A cég másik újdonsága a *Toppyl* nevű kompaund, amelynek alapja polibutén-1, és könnyen felnyitható csomagoláshoz ajánlják. A fóliának kiegyensúlyozott a lefejtési szilársága, és hegesztőréteggel is alkalmazható. Mivel nem kell polietilénnel keverni, a feldolgozók megtakarítanak egy technológiai lépést, és kapnak egy jól tapadó és könnyen lefejthető polimert. A LyonellBasell ennek hat változatát kínálja, amelyek PE, PP, PET vagy PS fóliákkal társítva alkalmazhatók.

## **Díjnyertes flexibilis csomagolások**

A Flexibilis Csomagolók Egyesülése (Flexible Packaging Association) évente díjazza a legjobbnak ítélt innovatív csomagolásokat. A 2019-es díjkiosztáskor bebizonyosodott, hogy a

műanyaggyártók, a feldolgozók és a márkatulajdonosok milyen komolyan veszik azt, hogy termékeiket fenntartható, anyagtakarékos, szembetűnő, könnyen felnyitható és újrafelhasználható csomagolással lássák el.

Első díjat kapott a Molson Coors sörgyár 12 doboz sört tartalmazó hűtőzsákja. (*Molson Coors 12 Pack Cooler Bag, 1. ábra*), amellyel a szokásos kartonos csomagolást helyettesítik. A hűtőzsákot a Bemis Co. fejlesztette ki. A hordozható hűtőzsáknak kényelmes fogantyúja van, ha megfogják, nagyobb zsákká alakul, amelyet közvetlenül be lehet tenni a hűtőszekrénybe. A zsák elég erős fóliából készül, és kiürülése után más célokra is használható, a rányomtatott grafika ilyenkor a sörgyár reklámjává válik. Ha elhasználódik, anyaga újra feldolgozható. Az új sörcsomagolás két aranyérmét kapott – egyet a flexibilis csomagolás alkalmazásának kiterjesztéséért, egy másikat a nyomtathatóságért és a többszöri felhasználhatóságért –, emellett egy ezüstérmét is nyert a csomagolás különlegességéért.



1. ábra A Bemis Co. két arany és egy ezüst éremmel díjazott, hűtőgépbe rakható talpas hűtőzsákja, amelyben a Molson Coors sörgyár 12 doboz sört forgalmaz, és amely a zsák felső részére helyezett tapadószalaggal ismételten visszazárható.

Aranyéremmel jutalmazták a Harney & Sons cég tea csomagolásához bevezetett talpas zacskóját, amelyet a Charter Films, a TC Transcontinental Packaging és a Dow cég közösen hozott létre (*2. ábra bal oldali képe*). Ennél elsősorban a luxusingényeket kielégítő grafikát, a hosszú eltarthatósági időt és a visszaforgathatóságot értékelték. Ez az első olyan csomagolóeszköz, amely EVOH záróréteget tartalmaz, mégis 100%-ban hozzákeverhető az újrafeldolgozandó PE hulladékáramhoz, ami a Dow EVOH és PE összeférhetőségét szavatoló Retain adalékának köszönhető.

Ezüstérmét kaptak az Esmerald Packagingnál előállított talpas zacskók, amelyet a Dole cég különféle gyümölcsök és zöldségek forgalmazására használ. A zacskó anyaga PE, de 10 színt felmutató grafikája révén többféle tintát, vízbázisú ragasztót is tartalmaz, ennek ellenére anyaga 100%-ban együtt feldolgozható más PE hulladékkal. Korábban a hasonló zacskók PE mellett PET-et is tartalmaztak.

A St. Johns Packaging Ltd. három talpas zacskóját is ezüstéremre érdemesítették; közülük kettő a 2. ábra jobb oldali képén látható. A zacskók felületét közelebbről nem ismertetett lágy tapintású réteg képezi, visszazárhatóságát az Idemitsu Unitech cég *Plaloc PE-LLD*-jéből készített cipzár teszi lehetővé. A zacskók felületén látványos, vonzó grafika van, amely kitűnik a hasonló a hasonló csomagolások közül.



2. ábra A Harney & Sons aranyéremmel díjazott elegáns teászacskója (balra) és a St. Johns Packaging három ezüstéremt nyert reklámhordozó zacskója közül kettő (jobbra).

## Az újrahasznosítást minden áron meg kell oldani

A fenntartható csomagolás biztonságos és kényelmes a csomagolóipar számára, de annak ellenére meg kell oldani a csomagolóanyagok újrahasznosítását, hogy azok némelyike jelenleg még nehézséget okoz a hulladékkezelők számára. A műanyaggyártók, főképpen az alapanyaggyártók arra törekcszenek, hogy olyan termékeket kínáljanak partnereiknek, amelyek újrahasznosítására életképes infrastruktúrát lehet kialakítani.

A Dow útépítése az egyik példa a megoldásra. A műanyag hulladékot össze kell gyűjteni, hozzá kell keverni a megfelelő módosító polimert és át kell adni az útépítőknél felhasználásra.

Egyes műanyaggyártók azt vetik fel, hogy bizonyos újrahasznosító technológiák alkalmazásakor nem lehet ellenőrizni a hulladék szennyezettségét. Ezek inkább az olyan kémiai technológiákat támogatják, amelyekben a polimereket alkotóelemeikre bontják, majd ezeket megfelelő kezelés után ismét polimerek gyártására használják fel. Közéjük tartozik az Eastman cég (Kingsport, Tennessee, USA), amely a hőre lágyuló poliésztereket metanolízissel bontja le, és a bontástermékekből ismét poliésztert készít. A metanolízis több évtizede ismert kémiai eljárás, a cég már 1990 óta gyárt poliésztereket metanolízises technológiával, és a cég sok tapasztalatot gyűjtött össze róla. Jelenleg egy körkörös újrahasznosító üzem létesítésének megvalósításával foglalkozik, amelyet 12-36 hónapon belül szeretne beindítani. Reményei szerint ennek a hulladékfeldolgozó üzemnek a révén csökken

majd az USA személerakóiba hordott műanyag hulladék mennyisége, amely 2015-ben 31 millió tonna volt.

A kémiai lebontás másik úttörője a BASF Corp. (Ludwigshafen, Németország), amely *ChemCycling* projektje keretében termomechanikai eljárással gyárt hulladékból különböző vegyületeket, és ezeket különféle kémiai termékek előállításához használja fel. A cég szerint ennek a technológiának az alkalmazása globális méretekben csökkenthetné a műanyag hulladék felhalmozódását. Ehhez meg kellene szervezni a hulladék összegyűjtését, szétválogatását, és ki kellene fejleszteni a ChemCycling eljárásához hasonló újabb technológiákat.

A BASF egyike annak a 30 műanyagokat és fogyasztási cikket gyártó vállalatnak, amelyek 2019 januárjában megalapították a „Vége a műanyag hulladéknak” nevű szövetséget (Alliance to End Plastics Waste). A vállalatok a következő 5 évben együttesen 1,5 milliárd USD-t szándékoznak fordítani arra, hogy megtisztítsák a környezetet és különösen az óceánokat az ott található műanyag hulladéktól. Terveik között szerepel a hulladékkezelés infrastruktúrájának megvalósítása; az újrahasznosítás növelése; új hulladékcsökkentő technológiák kifejlesztése; az erősen szennyezett területek megtisztítása; a kormányoknak, az üzleti élet szereplőinek, a közösségeknek a felvilágosítása és a munkába bevonása.

A kezdeményezés ígéretes. Az ipar és a márkatulajdonosok már érzik a célkitűzések fontosságát. Ha a kormányokat és a közvéleményt is meg lehet győzni erről, a műanyagcsomagolás és más műanyag-alkalmazások ügye túlléphet a rendeleteken és betiltásokon, és áttérhet az értelmes programok és legitím megoldások megteremtésére, amelyek megszüntethetnék a hulladékszennyezés rendkívül irritáló és eddig megoldhatatlan problémáját.

El kell érni azt, hogy az érintettek megértsék a gyártási eljárások eddigi lineáris és a jövőben megvalósítandó körkörös módja közötti különbséget, és vállalják az áttérést az utóbbira. A körkörös értékgyártó lánc megvalósításának alapfeltétele, hogy annak résztvevői – a hulladékkezelő vállalatok, az alkalmazott gyártási technológiákat megvalósítók, a termékeket becsomagolók – között szoros együttműködés alakuljon ki. A körkörös gyártás elvét nem elég elfogadni egy vállalaton belül. Ezt magáévá kell tennie valamennyi résztvevőnek, beleértve a szállítót és a vásárlót is. Az intelligens körkörös gazdaság elvét be kell építeni a folyamatba már egy új termék tervezésének megkezdésekor, és alkalmazni kell azt a gyártási eljárásokban, a termék alkalmazásakor és feleslegessé válása utáni újrahasznosításakor.

Összeállította: Pál Károlyné

Toensmeier, P.: Circular Design. Flexible food packaging is growing, along with concern about recyclability = *Plastics Engineering*, 2019. 4. sz. p. 24-30.

[www.plasticsengineering.org.4spe.org](http://www.plasticsengineering.org.4spe.org).

Bemis Co. takes 2019 FPA highest Achievement award for Molson Coors 12-pack bag = *Industry News*, 2019. 03. 07. <http://www.convertquarterly.com/industry-news1/bemis-co-takes-2019-fpa-highest-achievement-award-for-molson-coors-12-pack-cooler-bag>