

## A jövő csomagolóanyagai a műanyagok

A csomagolóiparral szemben egyre nagyobb igényeket támasztanak, egyúttal azt is elvárják, hogy csökkentse a felhasznált anyagok és a hulladék mennyiségét. Az élelmiszerek hosszabb időtartamú eltarthatósága, jobb minősége érdekében máris sokat tettek, de számos ötlet van még a fejlesztők tarsolyában. Az azonban nem kétséges, hogy ezek csak a műanyagok segítségével válhatnak valóra.

*Tárgyszavak: csomagolóanyagok; csomagolástechnika; fejlesztés; hőformázás; védőgázos csomagolás; berendezés; tervek.*

Egy termék csomagolásától – és most főképpen az élelmiszerek csomagolására gondolunk – elvárják, hogy tetszetős legyen, ösztönözzön a vásárlásra, védje meg a terméket a külső hatásoktól, emellett a lehető leghosszabb ideig őrizze meg az áru eredeti minőségét. Újabban arra is törekszenek, hogy a csomagolás tömege csökkenjen és minél kisebb mértékben növelje a hulladék mennyiségét. *Főleg az utóbbi követelmény miatt egyre kisebb a csomagolóeszközök vastagsága, ezzel párhuzamosan viszont növelni kell a merevségüket, hogy védőfeladatukat el tudják látni.* A költségek és a hulladékmennyiség csökkentése érdekében egyre több használt csomagolóanyagból visszanyert másodlagos alapanyagot dolgoznak fel ismét csomagolóanyagként; főképpen a PET újrahasznosításában értek el jelentős sikereket. Az *Egyesült Királyságban* az **Anson Packaging** cég – amely az élelmiszeripar számára gyárt hőformázott csomagolóeszközöket – termékei 70%-ához használ reciklált PET-et (PET-R). *Ugyanitt jelenleg az élelmiszeripari vállalatok 5%-a használ fel növényi alapanyagból előállított biopolimereket,* amelyekről ugyan sokat beszélnek és írnak, de széles körű elterjedésükhöz még hosszabb időre van szükség.

Nem kétséges azonban, hogy a jövő csomagolóanyagai a műanyagok, de azok már nem egészen a mai műanyagok lesznek. A csomagolóipar anyagait és technológiáit folyamatosan fejlesztik, és még sok újdonságot fognak bevezetni, hogy a vásárlók egyre kényesebb igényeit kielégítsék.

## A jelen korszerű módszere a védőgázos csomagolás

A védőgázos csomagolás (más néven módosított atmoszférás csomagolás, *modified atmosphere packaging, MAP*) remekül illik a ma széles körben elterjedt önkiszolgáló vásárláshoz. Az áru guszthusos, az átlátszó zárófolián keresztül a vevő látja azt; a védőgáz meghosszabbítja eltarthatóságát az üzlet polcain és az otthoni hűtőszekrény-

ben, ezért nem kell konzerválószerket alkalmazni; a csomagolási művelet termelékeny, olcsó; az adagok nagysága könnyen változtatható. A védőgáz általában N<sub>2</sub>-t, O<sub>2</sub>-t, CO<sub>2</sub>-t tartalmaz az árunak megfelelő optimális arányban. Ilyen csomagolást pizza, gyümölcs, sajt, de legfőképpen hús forgalmazásához alkalmaznak.

Amikor a háziasszony leemeli a polcról a csomagot, nem húst vásárol, hanem egy bonyolult rendszert, amely friss húst tartalmaz. A rendszer része a tálca, amely készülhet amorf poli(etilén-tereftalát)-ból (PET-A), ez azonban drága és nehezen hegeszthető; habosított polisztirolból (PS-E), amely ugyancsak rosszul hegeszthető és nem átlátszó, hidegen pedig törékeny; esetleg poli(vinil-klorid)-ból (PVC) vagy polietilénből (PE); de legtöbbször polipropilénből (PP) készítik hőformázással, amelynek számos előnye között van az, hogy mikrohullámú sütőbe is behelyezhető. A tálca alján nedvszívó bélés van a hús levének felitatására. Erre fektetik a húst, amelyet zárófóliával fednek le. A felette lévő térből védőgázzal kihajtják a levegőt, majd a fóliát légmentesen hozzáhegesztik a tálca tökéletesen sík pereméhez.

*A zárófólia általában többrétegű, amelyet síkfóliaként chill-roll berendezésen, laminálással vagy fűjt fóliaként állítanak elő. A közelmúltban kezdtek többrétegű fűjt PP fóliát gyártani zárófólia céljára. Ez a fólia mindig sokkal vékonyabb, mint a PP-tálca. Néha speciális kikészítést kap, pl. a cseppképződés megakadályozására.*

*A tálcákat általában – húscsomagolás céljára 90%-ban – monofóliából készítik. Chill-roll eljárással (2 hengerrel, 1 levegőkéssel) nem lehet 200–400 µm-nél vastagabb fóliát előállítani, hús csomagolásához viszont legalább 500–1000 µm vastag fólia szükséges. Ezért néha vízfürdős és acélszalagos eljárást használnak, de általánosabb a legalább három hűtőhengerrel dolgozó simítómű alkalmazása. A hőformázás (az egyenletes zsugorodás) miatt fontos az állandó fóliaminőség, a standard szferolit-szerkezet. Ha fontos a tálca jó záróképesége, többrétegű fóliából (PP/tapadóréteg/EVOH/tapadóréteg/PP) is gyárthatják azt.*

*A tálcák gyártásához a vásárlók későbbi reklamációinak elkerülése érdekében a megfelelő anyagok mellett (többrétegű drága oxigénzáró fóliát csak >7 napig eltartandó áru csomagolásához érdemes alkalmazni) célszerű akkreditált hőformázó üzemet is kiválasztani, ahol biztosítják a megfelelően higiénikus körülményeket.*

A gazdaságos és termelékeny gyártás egyik feltétele, hogy a hőformázó gép egy taktusban lehetőleg sok tálcát készítsen, azaz a formázószerszám legyen többfészkés. A PS-t vagy PET-A-t hőformázó gépeken a formázást és az ezt követő kivágást eltérő taktusszámmal végzik. A formázószerszámban a fészkek több sorban helyezkednek el, a kivágószerszám egyszerre azonban csak egy sorban vágja ki a kész tálcákat. Ezért pl. egy négy soros hőformázó szerszám 20 taktusa alatt a kivágószerszám 80 taktussal vágja ki a terméket. Ilyen berendezésen könnyű nagyobb formázószerszámot alkalmazni, mert a kivágószerszám felülete (a kivágóerő) nem korlátozza a hőformázó szerszám felületét. A hátránya ennek a rendszernek a kivágószerszám magas ára.

A PP hőformázása és ettől elválasztott kivágása azonban nem olyan egyszerű feladat. Ez a polimer ugyanis a hőformázást megelőző felmelegítéskor nem egyenletesen tágul ki, hőformázás után pedig a legerősebben zsugorodik és zsugorodása a legnagyobb szórást mutatja (1. táblázat). Emiatt a kivágás után a darabok mérete és formája

nem lesz tökéletes. *PP-tálcák gyártásakor ezért célszerűbb a formázást és a kivágást ugyanabban a lépésben végezni*, és a kivágáshoz az olcsó szalagos kést alkalmazni. Ebben a konstrukcióban a hőformázást követő lehűlés után azonnal bekövetkezik a kivágás, a PP-nek nincs ideje definiálatlan módon zsugorodni. A németországi **Kiefel AG** (Freilassing) *KMD-BFS* jelölésű sűrített levegős hőformázó gépei ilyen rendszerrel vannak felszerelve, és egy összerakó (rakatoló) berendezést is tartalmaznak.

1. táblázat

A különböző műanyagok zsugorodása hőformázás után

Anyag	Zsugorodás, %
PP	1,2–2,2
ABS	0,4–0,7
PET	0,5–0,7
PS	0,3–0,6
PVC	0,4–0,5
PC	0,6–0,8

A cég *KMD-75* jelű gépein a maximális szerszámméret 770x560 mm. Ezen a felületen egyszerre kilenc 190x144x50 mm méretű, hegesztőperemmel ellátott tálcát tudnak gyártani. Megfelelő minőséget percenként 22 taktussal értek el, óránként tehát 12 000 tálcát gyártottak. A korábbi, különválasztott kivágási technológiával, nagyobb szerszámfelületen >20 000 tálcát is előállítottak, de sokkal kisebb kivágási pontossággal. Ezt a teljesítményt a cégnek a további fejlesztés során előállított *KMD 85 B* gépen 850x700 mm felületű szerszámmal, 70/min taktusszámmal sikerült elérnie. Ehhez hozzájárult a **Siemens** cég „*Simonion*” vezérlőrendszerének alkalmazása is.

A kész tálcákban ultrahangos vagy termikus hegesztéssel, esetleg meleg ragasztóval rögzítik a nedvszívó bélést.

Az így előkészített tálcákba helyezik be (jó esetben közvetlenül a vágóhid mellett) a  $-1,3$  °C-on feldarabolt húst, ráhelyezik a zárófóliát, betöltik a védőgázt, lehegesztik a fóliát. A csomagot felcímkézik, dobozba, majd rakodólapra helyezik, hűtőkocsiban a szupermarket hűtőtárolójába szállítják, innen kerül esetleg a kiskereskedőhöz, majd a háztartásokba a hűtőlánc megszakadása nélkül.

## A jövő csomagolóanyagai és technikái

A jövőben az élelmiszerek csomagolásának és a becsomagolt élelmiszereknek olyan új vásárlói igényeket is ki kell elégíteniük, amelyek korábban nem merültek fel.

- *Kényelem.* A csomagolás legyen könnyen felnyitható (különös tekintettel az idős emberek számának növekedésére) és könnyen visszazárható. Tartalma legyen könnyen tálalható, esetleg magában a csomagolásban. Az adag nagysága

igazodjék a szükséglethez (különös tekintettel az egyszemélyes háztartások gyakoriságára). A csomag tartalma legyen teljes egészében felhasználható.

- *Egészség.* A csomagban lévő élelmiszer legyen „egészséges”, ne tartalmazzon sok cukrot, sót, zsírt, káros anyagot, ne legyen magas a kalóriatartalma.
- *Legyen kapható sok konyhakész vagy félkész élelmiszer.* A friss élelmiszerek se igényeljenek munkaigényes előkészítést, a vásárolt élelmiszer minőségromlás nélkül álljon el sokáig az üzletek hűtőpultjain és a háztartások hűtőszekrényeiben.
- *Legyen kapható sokféle, más vidékekről származó élelmiszer.* Ezek legyenek megbízhatóak, jó minőségűek, hosszú ideig eltarthatók.

A becsomagolt *élelmiszerek gyakran érzékenyek a külső hatásokra.* Minőségükre negatív hatással lehet a nedvességfelvétel vagy a nedvességvesztés, az oxigénfelvétel vagy az oxigénhiány, egyesekre a fény van rossz hatással. *Ezeknek az élelmiszereknek a minőségromlását megfelelő záróhatású csomagolással lehet gátolni.* Ilyen pl. egy kétirányban nyújtott többrétegű PP/EVOH fólia (felépítését és néhány tulajdonságát a 2. táblázat tartalmazza), amelyben az oxigénáteresztést az etilén/vinil-alkohol kopolimer (EVOH) gátolja, a vízgőz és a fény áthatolását pedig a töltőanyagot tartalmazó PP. A biaxiális nyújtás egyrészt növeli az EVOH réteg záróképeségét, másrészt a nyújtás hatására a PP és a krétarészecskék körül kialakuló üregek határfelületein visszaverődő fény révén növekszik a fólia fényvédő hatása. Az áteresztőképességet nanoméretű rétegszilikátokkal is lehet csökkenteni. Ilyen nanoanyagokból már néhány százalék bekeverése akár tízszeresére növeli a tömegműanyagok vagy pl. a poliamid záróképeségét.

2. táblázat

A többrétegű PP/EVOH fólia felépítése és néhány tulajdonsága

<b>Felépítés:</b>	
PP terpolimer	1,1 µm
PP homopolimer + CaCO <sub>3</sub>	12,7 µm
Tapadóréteg	0,5 µm
EVOH	1,4 µm
Tapadóréteg	0,5 µm
PP homopolimer + CaCO <sub>3</sub>	12,7 µm
PP terpolimer	1,1 µm
Teljes vastagság	30 µm
<b>Tulajdonságok</b>	
Sűrűség	0,78 g/cm <sup>3</sup>
Oxigénáteresztés, 23 °C/50% rel. nedv.	1,2 cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .d.bar (2,7 helyett)
Vízgőzáteresztés, 23 °C/85% rel. nedv → 0% rel. nedv.	1,2 g/m <sup>2</sup> /d (2,7 helyett)

A legalkalmasabb csomagolóanyag kiválasztásához ismerni kell az élelmiszerek összetevőit és azt, hogy azok mire érzékenyek. Ez különösen fontos friss élelmiszerek esetében, hogy azok hasznos alkotói, mint pl. a vitaminok ne menjenek veszendőbe. Ilyenek csomagolására nagyon hasznosak lehetnek az ún. *lélegző fóliák*, amelyek át-eresztőképessége pontosan megfelel az áru tulajdonságainak, pl. beengedi a levegő oxigénjét, de kiereszti a vízgőzt vagy a szén-dioxidot.

*Ha az élelmiszer oxigénre érzékeny* – ilyenek pl. a zsírok, amelyek oxigén és fény hatására avasodnak – a csomagba oxigénabszorbent lehet tenni. Az oxigén nem csak a csomagolóanyagon vagy egy gyenge hegesztési ponton keresztül hatolhat be az áruhoz, hanem az magából az élelmiszerből is származhat. Ilyenkor a védőgáz sem nyújt megfelelő tartósságot, a gáz mellett a csomagba tett oxigénelnyelő anyag azonban megnöveli a tárolhatóság időtartamát. *Kényes áruk minőségét az oxigénindikátor alkalmazása szavatolhatja.* A csomagra egy oxigénre érzékeny színezékpöttyöt nyomtatnak, amely elszíneződik oxigénfelvétel hatására. A német vegyipar és a Fraunhofer intézetek közösen két oxigénabszorbent és két oxigénindikátort fejlesztettek ki, amelyeket többrétegű kísérleti fólián próbáltak ki. Hasonló elven alapuló minőségjelzést hűtött áruk idő-hőmérséklet-indikátoraként is el tudnak képzelni.

A kutatók lehetségesnek tartják *nedvességszabályozó és antibakteriális hatást kifejtő védőanyagok* jelenlétét a becsomagolt áru mellett. *Azt az ötletet, hogy az áruból származó kellemetlen szagot elnyellessék, az EU-ban elvetették, mert lehetőséget adna a vásárló becspására.*

A szaksajtóban több éve jósolják, hogy a közeljövőben megjelennek az olyan elektronikus elemek, amelyek lehetővé teszik az áru egyedi mozgásának megfigyelését és számon tartását. (A technika neve *RFID*, radio frequency identification, *radiófrekvenciás azonosítás*.) Valójában ez az eljárás még inkább csak elképzelés, legegyszerűbb változatának, a vonalkód helyettesítésének bevezetése is legkevesebb 5 év múlva remélhető. A kommunikációs és indikátorfunkció megvalósulása egyelőre csak vágyálom.

*A becsomagolt áruhoz való hozzáférést, a csomag könnyű felnyitását a vásárlók egyre fontosabbnak tartják.* Egy drezdai Fraunhofer-Intézetben (**Anwendungszentrum für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik – AVV**) eljárást fejlesztettek ki a lehegesztett zárófóliák feltépéséhez szükséges erő gyakorlati körülmények közötti meghatározására. A vizsgálati eredmények feltehetően csökkentik majd az ezzel kapcsolatos panaszokat.

Becslések szerint *az élelmiszerek, a tisztító- és testápoló szerek kb. 20%-a nem ürül ki a tartályból, hanem veszendőbe megy, és a környezetet szennyezi, de rontja a műanyagok újrahasznosításának hatásfokát is.* Ezzel együtt évente kb.  $10^{15}$  joule primer energia is elvész. Ha ezeket az anyagokat teljes egészében felhasználnák, csupán Németországban évente 900 millió EUR-t takaríthatnának meg. Plazmaréteg felvitelével a belső felületre, nanométer vastagságú tapadásmentes réteg kialakításával a viszszamaradó anyagok mennyiségét legalább 50%-kal szeretnék csökkenteni.

*Összefoglalva:* az élelmiszeripari csomagolótechnikát fejlesztők arra törekcszenek, hogy a lehető legjobb minőségű árut juttassák el a fogyasztóknak a lehető legki-

sebb költséggel. Az alacsony költségekre való erőteljes törekvés ugyanakkor lassítja a fejlődést. A jövőben a petrokémiai alapanyagok mellé felsorakoznak majd a megújuló alapanyagokból gyártottak is. Mivel a poliolefinok vízgőzzáró képességét a biopolimerek aligha fogják elérni, igazi kihívást jelent az egész műanyagipar számára, hogy lehetségessé váljék-e majd a polietilén, a polipropilén előállítása növényi alapanyagokból a „kőolajkorszak” utáni időkben.

Összeállította: Pál Károlyné

Osborne-Smith, A.: The future is sustainable. = European Plastics News, 34. k. 7. sz. 2007. p. 14.

Heer, U.A.: Länger schön und haltbar. = Kunststoffe, 96. k. 4. sz. 2006. p. 73–75.

Agulla, K.; Langowski, H.-Ch.: Die Verpackung von morgen. = Kunststoffe, 97. k. 12. sz. 2007. p. 109–112.