

A csomagolóanyagok fejlődése és a termék-csomagolási rendszerekben felhasznált anyagok körének változásai

Mozses Ákos, Böröcz Péter, Pánczél Zoltán
Széchenyi István Egyetem, Magyarország, Győr

A csomagolótechnika, ezen belül a csomagolóstervezés szakszerű mérnöki feladatai egy viszonylag rövid múltra visszavezethető kutatási terület. Természetesen az igények alakulásával, változásával párhuzamosan a szabályozási rendszerek folyamatosan változó – elsődlegesen szigorodó – rendszere is mind újabb kihívásokat támaszt a területen kutatódolgozó szakemberek számára. Jelen közleményünkben a termék-csomagolási rendszerekben felhasznált új anyagok megjelenését, fejlődésének tendenciáit és a kapcsolódó szabályozási mechanizmusokat elemezzük.

Keywords: csomagolás, csomagolóanyagok

1. Bevezetés

A csomagolóipar és természetesen a tudományos élet különböző szegmensei a folyamatosan változó környezeti feltételrendszer által egyre újabb anyagtudományi újdonságokkal jelentek meg az elmúlt évtizedekben. A műanyagipar és az ahhoz kapcsolódó anyagtudományok, a folyamatos környezetvédelmi regulációk és szigorítások által folyamatosan törekednek olyan anyagok megalkotásán, amelyek mind a szabályozási rendszerek által definiált követelményeket, mind a logisztika által megkövetelt termékvédelmi és egyéb aspektusokat mindinkább kielégítik.

2. A hagyományos csomagolóanyagok fejlődése

Számos szerző, számos munkájában történik elemzés és bemutatás arra vonatkozólag, hogy mind az ókorban, mind a középkorban milyen „csomagolótechnikai” megoldásokat alkalmaztak. A papír, az üveg, a fa már az ókorban ismert anyagok voltak, mégis klasszikus csomagolótechnikai alkalmazásuk elég korlátozott volt, vagy elég sokáig váratott magára. Kifejezetten nagy áttörést – amely nagymérvű változást idézett volna elő és tényleges csomagolótechnikai megoldás lett volna – egészen az első ipari forradalom időszakáig

(1769-től) nem lehet felidézni. A műanyag csomagolások kereskedelmi jellegű megjelenésének ideje a II. Világháborút közvetlenül követő időszakra datálható. (Selke 2004). Az első igazi csomagolótechnikai alkalmazás, amelyet a fogyasztók első kézből tapasztalhattak az a PE fólia megjelenése volt, mint kenyércsomagolás. Ez volt az első műanyag csomagolás és egyben az első társított csomagolás is. A csomagolóipar területén a műanyagok segítségével folyamatosan cserélődtek le az addig alkalmazott csomagolóanyagok, eszközök. A PE ebben a szegmensben is jelentős tételt képviselt, de természetesen a később megjelenő anyagok (PP, PS, stb.) az egyre jobban kifinomuló technológiák segítségével, zökkenőmentesen történt a műanyag csomagolások térnyerése, többek között a párnázás és a habok területén (Landrock, 1995).

A műanyag csomagolásokból keletkező hulladék csökkentésére egyre nagyobb a törekvés a biopolimerek (MSZ EN 13432 szabvány szerint biológiai úton lebomló természetes polimerből előállított termékek), továbbá az adalékanyagokkal lebomlóvá tett műanyagok fejlesztése és tökéletesítése terén. Ezekből az anyagokból készülő csomagolások a leghatékonyabb hulladékkezelési eljárások segítségével (pl a szerves újrafeldolgozás, a komposztálás), illetve önmagában az anyag alapvető tulajdonságaival oldja meg a csomagolás, mint hulladék problémáját.

A modularitás, ebben az esetben, egy olyan három dimenziós szerkezeti koncepciót jelent, mely folyamatosan építhető, de elemei különválaszthatók és új kontextusba helyezhetők. A besőépítészetben vagy az építészetben a modularitás hasonlóképp jelenti az azonos elemek összekapcsolását egy nagyobb térkompozíció létrehozásának érdekében.

3. Az új típusú csomagolóanyagok megjelenése

Az elmúlt évtizedekben számos kutató foglalkozott (Fogarty 1991, Lourdin 1996) és napjainkban is foglalkozik (Kyrkou 2007, Song 2009) olyan

szerkezeti anyagok kifejlesztésén, amelyek által a csomagolóeszközök környezetterhelésének minimalizálhatósága valósítható meg. Ezek a törekvések az alábbi szempontok szerint csoportosíthatók:

- ismert csomagolóanyag társítása új típusú csomagolóanyaggal,
- ismert csomagolóanyag módosítása a cél elérésének érdekében
- új típusú anyag kialakítása csomagolástechnikai alkalmazásra.

Mindhárom csoport esetén egységes célként azonosítható a csomagolóanyag karakterisztikájának

olyan kialakítása, melynek köszönhetően, olyan anyag kerül bevezetésre, amelynek műszaki karakterisztikája kielégíti már a továbbiakban ismertetésre kerülő feltétel rendszerek paramétereit.

Az ASTM (ASTM D 6400:04) és az EN (EN 13432:2002) szabványok szerint a degradáció egy olyan környezeti hatások által előidézett irreverzibilis folyamat, amely az anyag jelentős szerkezeti változásait, tulajdonságainak romlását (molekulatömeg csökkenését, mechanikai tulajdonságok romlását... stb.) és/vagy fragmentációját okozza. A már ismert polimerek alkotóelemeik természetességének és degradálhatóságai fokának tükrében is jól csoportosíthatóak. Ezt az alábbi 1. ábra szemlélteti.

Biodegradálhatóság foka	<i>Teljesen biodegradálható</i>	- PBS - PBSL - PCL - PTMAT - stb...	- Keményítő alapú keverék (blend) (biodegradálható és fosszilis kopolimer keverék) - PLA keverék (biodegradálható és fosszilis kopolimer keverék)	- TPS - Keményítő alapú keverék (blend) (biodegradálható és bio kopolimer keverék) - PLA - PHA - Cellulóz acetát - Regenerált cellulóz
	<i>Nem biodegradálható</i>	- PE - PP - PET - PVC - PUR - ABS - stb	- Keményítő alapú keverék polyolefínnel - PA 610 - PET, bio-alapú etilénből - PUR természetes alapú többértékű alkoholból - stb...	- Bio-alapú PE - PA 11 - Bio-alapú PB
		<i>Fosszilis alapú</i>	<i>Részben természetes</i>	<i>Teljesen természetes</i>
Természetesség fokának alakulása				

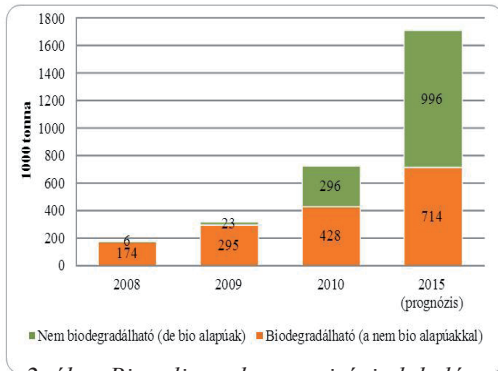
1. ábra Polimerek osztályozása természetességük és biodegradálhatóságuk alapján (forrás: Shen 2009)

Azt a folyamatot, amely során az alkalmazott csomagolóanyag a már korábban említett mechanikai és egyéb tulajdonságait részben vagy teljesen elveszíti számos kutató definiálta (Gautam et. al. 2007, Krzan et.al. 2006). A szakirodalmak alapján az alábbiak szerint összegezhető a folyamat jellege:

1. Abiotikus degradációs mechanizmusok
 - a) termikus degradáció
 - b) fotodegradáció
 - c) kémiai degradáció
 - d) nagy energiájú sugárzás és mechanikai hatására végbemenő degradáció
2. Biotikus degradáció – Biológiai úton történő lebomlás

- a) Biológiai úton történő lebomlás folyadék közegben
 - b) Biológiai úton történő lebomlás talajban
 - c) Komposztálás
- Ezen folyamatok által a csomagolóanyagban végbemenő változások olyan eredményt kell, hogy produkáljanak, amelynek eredményeképpen a környezet terhelése megfelelően definiálható módon minimálisra vagy azt közelítően kerül csökkentésre. A 2. ábrán látható statisztikai adatok is megfelelően alátámasztják azt a tendenciát, hogy ezen csomagolóanyagok egyre nagyobb mérvű térnyerése prediktálható a csomagolástechnikában.
- A térnyerés több szempontból is kategorizálható. Új alkalmazási területeken történő bevezetés terüle-

tei például az élelmiszerek csomagolására alkalmas eszközök és anyagok területén (Siracusa 2008), az ipari csomagolásoknál párnázó anyagként történő alkalmazás (Mojzes & Böröcz 2011), hűtést igénylő termékek hőszigetelő csomagolóanyaga (Butschli 2010) vagy az elektrosztatikailag érzékeny termékek csomagolása (Azlan & David 2011).



2. ábra Biopolimerek mennyiségi alakulása 2008-2010 között (forrás: European Bioplastics, 2011)

4. A szabványosítási folyamatok és a környezetvédelmi intézkedések hatása

A szabványosítási folyamatok szinte minden esetben az anyagtulajdonság vizsgálataival kapcsolatos szabványok megalkotásával kezdődtek és a továbbiakban váltak egyre összetettebb és szakmaspecifikusabb szabványokká, fejlődtek ki anyag vagy anyagcsoport vizsgálatból termék vagy szerkezetvizsgálattá, később komplex logisztikai egység vizsgálatává. A legelső anyagspecifikus – és csomagolással kapcsolatos szabványok megjelenése a II. Világháború időszakát követő időszakra datálható (Yam 2009). Meg kell jegyeznünk, hogy az új típusú csomagolóanyag bevezetésével és alkalmazásával kapcsolatosan, hogy rendkívüli módon összetett és szerteágazó az a szabványrendszer, amelyet a k+f folyamatok során alkalmazni szükséges.

Ennek köszönhető többek között, hogy a biológiai úton lebomló műanyagok piacon való megjelenésével együtt számos téves értelmezés is megjelent a degradációval, a biodegradációval és a komposztálhatósággal kapcsolatban. Továbbá sok műanyag biodegradálhatóságot és komposztálhatóságot jelző címkével került/kerül a fogyasztói/ipari környezetbe, még akkor is, ha a polimer valójában nem

képes a teljes biológiai lebomlásra, vagy nem felel meg a komposztálás követelményeinek.

Mindezt a kereskedelmi forgalomba kerülő „műanyagok” különböző közegekben (pl. komposztáló, talaj, vizes–tenger-, édesvíz és szennyvíz, valamint aerob és anaerob) történő lebomthatóságának vizsgálatára számos nemzetközi szabvány jelent meg az elmúlt években.

Csak a Magyar Szabványügyi Testület által rendelkezésre álló csomagolással kapcsolatos szabványok száma 398 darab. A szabványok megoszlása csomagolási területen belül a 3. ábra szerinti arányban alakul.



3. ábra: A termék – csomagolás területen jelenleg hatályos szabványok megoszlása tématerületenként (forrás: MSZT adatai – 2013.01.)

A fenti táblázat és a szabványok megoszlási arányainak összevetése jól mutatja, hogy a jövőben mind a környezetvédelem, mind az informatikai területek csomagolási aspektusában jelentős mérvű szabványosítási növekedés várható.

Az új típusú és egyes területeken bevezetésre kerülő anyagok még számos olyan, a csomagolástechnika és a logisztika számára rendkívüli fontossággal bíró tulajdonsággal rendelkeznek, amelyeket még nem ismerünk és az azokhoz szükséges mérés-technikai eljárások még kidolgozásra, kedvezőbb esetben módosításra szorulnak (4. ábra).

5. Az Európai Unió szerepe a csomagolással kapcsolatos szabályozás területén

A 80-as években és a 90-es évek elején több állam is felvetette bizottsági (1983, Brundtland bizottság), konvenció (1989 – Basel), nyilatkozat (1987 – Brundtland Report) és találkozó (1992 – Rio De Janeiro) alkalmával, hogy a környezetvédelem érdekében a hulladékképződés bármilyen formájú csökkentése indokolt. 1994-re megérett a gondolat,



4. ábra Új típusú csomagolóanyagok bevezetéséhez szükséges információk csoportosítása

hogy a csomagolás és az abból képződő hulladék szabályozását az akkori unió valamilyen direktíva keretein belül szabályozza. Ennek eredményeképpen született meg az a rendelet, amelyet mind a mai napig az egyik legfontosabb alapdokumentumnak tekinthetünk, és amely egyre nagyobb mérvű befolyással bírt illetve bír a technológiai, műszaki kutatások területén, ez pedig: az Európai Parlament és a Tanács 94/62/EK irányelve a csomagolásról és a csomagolási hulladékról. Fontos és említésre méltó tény, hogy az irányelv a csomagolást mind rendszert kezeli, mivel már a definíciók felsorolásakor megkülönbözteti a termék-csomagolási rendszerek egyes szereplőit, a fogyasztói-, a gyűjtő- és a szállítási-csomagolás fogalmait. Az irányelv egy olyan komplex és többszintes átfogó javaslatot ír le, melyet az alábbi Maslow féle piramis (5. ábra) csomagolásokra átültethető változatával lehet a legszemléletesebben érzékeltetni.



5. ábra: Csomagolás hulladékként történő semlegesítési változatai

Az irányelv alapjaiban nem változva, csak részleteiben, illetve a későbbi bizottsági határozatok által mélységében finomodva, továbbra is a mértékadó szabályozási formának tekinthető, mely a jövőben várhatóan a szabályozási rendszerek szigorodása által, csak bővülni, részleteiben finomulni fog tovább.

6. A magyarországi szabályozásról

Magyarország tekintetében a csomagolás és annak szabályozási mechanizmusa a szocializmus idején hasonlóan, úgymond paralel működött a nyugat európai országok mellett. A csomagolások kialakítására, gyártására és vizsgálatára vonatkozó szabványok esetén hasonlóan a nyugati országok szabványaihoz, ahol minden nemzeti szervezet elvégezte a nemzetközi szabvány honosítását (pl. DIN ISO). Ez hazánkban is megtörtént általában kétféleképpen, vagy a magyar szabványügyi testület akkori szervezete honosította (MSZ ISO) vagy az úgynevezett „keleti blokk” által lett honosítva (MSZ ISO KGST). Természetesen a rendszerváltás után a már visszavont „MSZ KGST” típusú szabványokat leváltották az ISO betűjelzéssel a nemzetközi – akkor még elsősorban nyugat európai jelöléssel is identifikált – MSZ ISO típusú szabványok.

A folyamatos ipari átalakulás, a megváltozott piaci és jogi feltételrendszer által viszonylag hamar bekövetkeztek a változások a szabályozási rendszerben. Az 1995-ben kihirdetett LVI. törvény (környezetvédelmi termékdíjról, továbbá egyes termékek környezetvédelmi termékdíjáról), amely elsőként említi a cso-

magolóanyagokat, mint jelentős hulladékképző, és amellyel kapcsolatosan a fellépő környezeti terhelések ellentételezésekképpen úgynevezett termékdíj fizetésre kötelezettek a törvényben megfogalmazott résztvevők. 2000-ben megalkották a hulladékgazdálkodási törvényt (XLIII. Törvény), amelyben a csomagolás, mint hulladék kezeléséről semlegesítéséről alkottak szabályozást. Az Európai Parlament és a Tanács 94/62/EK irányelve és az ennek való megfelelést szolgáló 94/2002.(V.5.) Kormányrendelet határozza meg a csomagolások hasznosítására vonatkozó követelményeket. A fentieknek eredményeképpen létrejött Magyarországon is – a nyugat európai államokban már a 1990-es évek közepén bevezetett – „újrahasznosítható” csomagolások jelölése. A rendszer alapjai azóta is érvényben vannak, de természetesen mind jogi, mind végrehajtási és mind operatív szinten számos változás történt.

Meg kell jegyeznünk ugyanakkor, hogy az Európai Irányelvek formájában megalkotott szabályozási mechanizmusok mégis kettősséget mutattak, mivel a szabályozási alapelv az Unióban önkéntességet ír elő a nemzeti szabványok kialakításakor. Ebből eredően számos olyan miniszteri rendeletbe foglalt szabvánnyal találkozhatunk, amelyek a fentiek alapján így harmonizálnak az EU-s iránymutatásokkal.

7. Konklúzió

Az anyagtudomány segítségével egyre szélesebb körben alkalmazható anyagok (potenciális környezetbarát csomagolóanyagok) köre, a fenti szabályozási (EU rendeletek) és szabványosítási (ISO) eljárások esetén, jelenleg csak az anyag alapvető (környezeti hatásainak) tulajdonságainak verifikálásával és bevezetéshez szükséges vizsgálatokkal foglalkozik.

Ezen anyagok és eszközök köre a már validált környezetbarát tulajdonságok ismeretében és az alkalmazhatósággal kapcsolatos ismeretanyaggal együtt tudják csak kifejteni kedvező tulajdonságukat, melyeknek köszönhetően a diverzifikált termelési rendszerek során alkalmazott termék-csomagolási rendszerek védelmi rendszerében bevezetésre és alkalmazásra kerülnek.

Irodalomjegyzék

1. Azlan, M.; David, N.V. (2011) – Biodegradable material options for industrial and goods packaging Hu-

manities, Science and Engineering (CHUSER), 2011 IEEE Colloquium on , vol., no., pp.23,27, 5-6 Dec. 2011

2. Butschli, J. (2010) – Biodegradable foam protects Sandoz's shipments Healthcare Packaging, August, 2010 p25

3. Fogarty, A-M., Tuovinen O. (1991) – Microbiological degradation of pesticides in yard waste composting, Microbiological Reviews, 1991, 225-233

4. Gautam, A. S., Bassi, E. K. Yanful, (2007) – A review of biodegradation of syntetic plastic and foams, Applied Biochemistry and Biotechnology, 2007 (141), 85-108.

5. Krzan, A., et al (2006) - Standardization and certification int he area of environmentally degradable plastics, Polymer Degradation and Stability, 2006 (91), 2819-2833.

6. Kyrkou, I. Briassoulis D. (2007) – Biodegradation of agricultural plastic films: a critical review, Journal of Polym Environ, 2007 (15), 125-150.

7. Landrock, A-H., (1995) – Handbook of Plastic Foams: Types, Properties, Manufacture and Applications, Noyes Publications, ISBN 0-8155 –1357-7

8. Lourdin, H. Bizot, P. Colonna (1996) - Antiplasticization” in starch – glicerol films?, Encyclopedia of Life sciences, 1996, John Wiley & Sons, Ltd.,1047-1053

9. Mojzes, Á, Böröcz, P. (2011) – Portugália Possible method to define cushion characteristic on new type of environmental friendly foam, In: H Bartolo (szerk.), SIM 2011 Proceedings of Sustainable Intelligent Manufacturing, Konferencia helye, ideje: Leiria, Portugália, 2011.06.29-2011.07.01., Lisszabon: IST Press, 2011. pp. 525-532.

10. Selke, S., Culter, J., Hernandez, R., (2004) – Plastics Packaging: 'Properties, Processing, Applications and Regulations, Hanser Publications; Second edition ISBN-13 978-1569903728

11. Shen, L. et al (2009) – Product overview and market projection of emerging bio-based plastics, Final report for European Bioplastics 2009 pp.9

12. Siracusa, V. (2008) – Biodegradable polymers for food packaging: a review. Trends in Food Science & Technology Volume 19, Issue 12, December 2008, Pages 634–643

13. Song J. H., et al (2009): Biodegradable and compostable alternatives to conventional plastics, Philosophical Transactions of The Royal Society B, 2009 (364) 2127-2139

14. Yam, L. (2009): The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology, Wiley; 3rd edition ISBN: 047008704