

5.4 | A műanyag hulladék mint másodnyersanyag felhasználása

Tárgyszavak: műanyag hulladék; hulladékhasznosítás; újrafeldolgozás; másodnyersanyag; poliolefin; polisztirol; PET; PVC; poliamidok; kevert hulladék.

A műanyag hulladék ismételt felhasználása folyamatosan növekszik minden olyan országban, amelyben felismerték, hogy a nagy sebességgel növekedő szemétkerakók közvetlenül és közvetve is veszélyeztetik a környezetet. Egyes országokban törvények írják elő bizonyos típusú hulladék (pl. a csomagolóanyagok) ismételt felhasználását. Ez azonban csak akkor hajtható végre, ha kialakul a másodnyersanyagok piaca, azaz ha a belőlük készített termékeket a vásárlók elfogadják.

A hulladékból visszanyert polimerek tulajdonságai – mindenképp mechanikai tulajdonságaik – gyakran rosszabbak a friss polimerénél, és a belőlük készített termékek sem esztétikusak. Áruk ugyanakkor alig kevesebb a friss anyagénál. Bár a vásárlók néha akár többet is hajlandók fizetni egy termékért, ha tudják, hogy az környezet- és energiakímélő eljárással készült, pl. általa kevesebb hulladék vagy levegőt szennyező gáz képződött, ill. kevesebb energiával állították elő.

A másodnyersanyagok felhasználási területeinek keresésekor természetesen arra kell törekedni, hogy a gyártott termék tulajdonságai ne legyenek rosszabbak, mint a friss műanyagból készített ugyanazon termék átlagos tulajdonságai. Az USA-ban jelenleg kb. 1400 terméket készítenek hulladékból visszanyert műanyagból.

A másodnyersanyagok felhasználásakor alapvetően két utat követnek. Az egyikben a jól definiált terméket használat után visszagyűjtik, és anyagából ismételtlen ugyanazt a terméket gyártják. Ezt „zárt láncú” újrafeldolgozásnak nevezik. Erre példa bizonyos palackok anyagának újrahasznosítása. Ha a másik utat követik, az ismételt újrafeldolgozások során egyre kevésbé igényes terméket gyártanak. Ezt alkalmazza pl. a Fiat autógyár, ahol a használt ütközőrendszer anyagából az első újrafeldolgozáskor levegőszívó csatornát, annak hulladékából pedig padlószőnyeget készítenek.

A hulladék ismételt feldolgozása nagy figyelmet igényel, mert a polimer használat során öregedhet, degradálódhat; a hulladékot idegen anyagok

szennyezhetik. Emiatt a feldolgozóberendezéseken kisebb változtatásokat kell végrehajtani (pl. szűrőt, fémleválasztót kell beépíteni), és a feldolgozási paramétereket a hulladék tulajdonságaihoz (pl. megváltozott viszkozitás) kell hozzáigazítani. Ma azonban a gépgyártók kifejezetten hulladékfeldolgozáshoz tervezett berendezéseket is kínálnak. Ilyen pl. a Starlinger & Co. cég (Wien), amelynek berendezésein lemez, fólia, szál egyaránt előállítható. A másodnyersanyag tulajdonságainak javítása érdekében a hulladékhoz néha bizonyos adalékokat is hozzákevernek.

Vannak olyan országok, ahol törvény tiltja a hulladékból visszanyert anyag felhasználását élelmiszerekkel érintkező termékekben.

A következőkben bemutatjuk a legnagyobb mennyiségben újrahasznosított műanyagok néhány lehetséges felhasználási területét.

Kis sűrűségű és lineáris kis sűrűségű polietilén (PE-LD, PE-LLD)

E két műanyag hulladékának fő forrása a csomagolófóliák és a mezőgazdasági fóliák.

A csomagolófóliákra jellemző a rövid élettartam, emiatt a fóliák kevésbé degradálódnak. Bizonyos mértékű degradáció éppen az ömledékállapotú újrafeldolgozás során következhet be a polimerben. A másodnyersanyag eredeténél valamivel csekélyebb mechanikai tulajdonságai abból is származhatnak, hogy a különböző típusú és molekulatömegű PE-LD-k és PE-LLD-k nem tökéletesen összeférhetőek. Általában azonban az ezekből visszanyert alapanyag feldolgozhatósága és tulajdonságai nagyon hasonlóak a friss polietilénéhez. Anyagukból – zárt láncú rendszerben – ismét csomagolófólia készülhet.

Más a helyzet a mezőgazdasági fóliák újrafeldolgozásakor. Az eredeti fólia hosszasan ki van téve a napsugárzásnak és az időjárási viszonyoknak, ezért a fóliák öregsznek, eredeti mechanikai tulajdonságaik jelentősen csökkennek. Az ilyen fóliák legtöbbször erősen szennyezettek, porosak, sárosak. Ezeknél az ismételt újrafeldolgozásakor lépcsősen csökkenő igényű terméket készítenek. A fóliasátrak anyagából szemeteszák, azokból talajtakaró fólia készül. Az újrafeldolgozás csak néhányszor ismételhető; a talajtakaró fólia általában a felhasználhatóság utolsó fokozata.

A hollandiai Wavin cég nagy mennyiségű csomagolófóliát dolgoz fel újra. Egy részéből újra csomagolófóliát, más részéből szemeteszákot vagy mezőgazdasági fóliát gyárt. A hidegen nyújtható (stretch) feszítőfóliák újrafeldolgozása kevésbé egyszerű, mert anyaguk idegen polimeradalékokat tartalmaz, ami szennyező anyagként hat. Az ilyen fóliák hulladékához 15-25% friss polimert kevernek, hogy megkönnyítsék a feldolgozást.

A PE-LD (és más polimerek) hulladékának egy részéből olyan profilokat extrudálnak, amelyekkel faléceket, -deszkákat lehet helyettesíteni. A műanyag lécek előnye a fával szemben, hogy mikroorganizmusok nem támadják meg

őket, ezért hosszabb az élettartamuk. Mechanikai tulajdonságaik növelésére és áruk csökkentésére inert töltőanyagokat (erősítőszálakat, fűrészport) kevernek a polimerhez. Az USA-ban az ilyen műanyag profilok piacát nagyon ígéretesnek látják, amely a becslések szerint 10 Mrd USD értékű terméket képes felvenni.

Nagy sűrűségű polietilén (PE-HD)

A PE-HD hulladékot elsősorban a folyadékok forgalmazására használt palackok és tartályok, másodsorban a fóliák adják. Újrafeldolgozáskor a legnagyobb gondot a hulladék megtisztítása (pl. a motorolaj eltávolítása) és a bizonyos termékekhez használt polimer nagy molekulatömege jelenti. A polimerömladék az újrafeldolgozáskor a fellépő nagy nyíróerők miatt degradálódhat.

A visszanyert alapanyagból sokféle termék készíthető: fólia, palack, tartály, öntözőcső, félkész termék. Az egyes országokban különböző termékeket részesítenek előnyben.

A másodnyersanyag fő piaca a fúvott üreges testek gyártása. Ezek általában kis méretűek, mert a nagy molekulatömegű frakció miatti reológiai tulajdonságok, ill. a degradáció okozta lánc-töredezés nem teszik lehetővé nagyméretű tartályok gyártását. A tartályokat leggyakrabban háztartási vegyszerek, pl. mosószerek forgalmazására használják.

A tartályok készülhetnek kizárólag hulladékból, de több gyártó olyan koextrudált üreges testeket állít elő, amelyek falának külső és belső rétege friss polimer, középső rétege hulladék. A Procter & Gamble és az Unilever cég ilyen tartályokban hozza forgalomba mosószereit, mert a friss polimerből készített felületi rétegek javítják a palack vagy flakon feszültségkorróziós ellenállását.

Ausztráliában több éve működő zárt láncú újrafeldolgozó rendszerben motorolajos flakonokból ismételten ilyen flakonokat gyártanak. Az eljárást azért tudták megvalósítani, mert tökéletesen el tudják távolítani az olaj legkisebb maradványát is.

Fontos felvevő területe a PE-HD hulladéknak az öntözőcsövek gyártása. Ezek anyagához gyakran friss polimert is kevernek. Az ilyen csövekben nem lép fel túlnyomás, ezért a mechanikai sziládsággal szemben nincsenek nagyon magas követelmények. Egy ausztráliai cég gyártmánykínálatában 630 mm átmérőjű öntözőcső is szerepel.

Sokféle célra használhatók fel a PE-HD hulladékból extrudált lemezek és „deszkák”, amelyekből hálókocsikba fekvőhelyeket, padlóburkolatot, utcai bútorokat, terelőkorlátokat, tengeri körülmények között használt eszközöket készítenek. Anyagukba gyakran akár 50% erősítőszálakat vagy falisztet kevernek.

A PE-HD hulladék kis részéből lapokat, pallókat, szilárd szemét befogadására szánt tartályokat fröccsöntenek. Az USA-ban becslések szerint évente 2 Mrd padlóburkoló deszkát állítanak elő. Erre a célra a PE-HD hulladék is megfelel, amelyhez PE-LD és PE-LLD keverékét adják hozzá az ütésállóság növelése érdekében.

Polipropilén (PP)

A PP-hulladék nagy része visszagyűjtött dobozokból, gépkocsi-akkumulátorok házából, szétszerelt gépkocsik ütközőrendszeréből és más alkatrészeiből származik. Csomagolási célra használt PP-ből csak kevés kerül vissza újrahasznosításra. A különböző eredetű PP-k szerkezete elég erősen eltérhet egymástól, és a hulladék egy része jelentősen degradálódott is lehet (pl. a gépkocsik külső alkatrészei).

Néhány esetben a hulladékból ismét az eredeti terméket készítik el. A Renault cég pl. Megane típusú használt gépkocsijainak ütközőrendszerét ismét ütközők gyártásához használja fel. Legtöbbször azonban kisebb igényű termék készül a hulladékból (pl. szellőzővezeték, tömítőelem, padlószőnyeg stb.).

PP-hulladékból fröccsöntenek dobozokat, extrudálnak lemezeket is. A hulladékot néha friss PP-vel vagy más poliolefinnel keverik.

Polisztirol (PS)

Polisztirolhulladékból jóval kevesebbet hasznosítanak, mint poliolefinből, egyrészt mert a másodnyersanyag ára alig különbözik a friss műanyagétól, másrészt mert a polisztirolhulladék legnagyobb része habosított PS, amelynek újrafeldolgozása bonyolult és költséges.

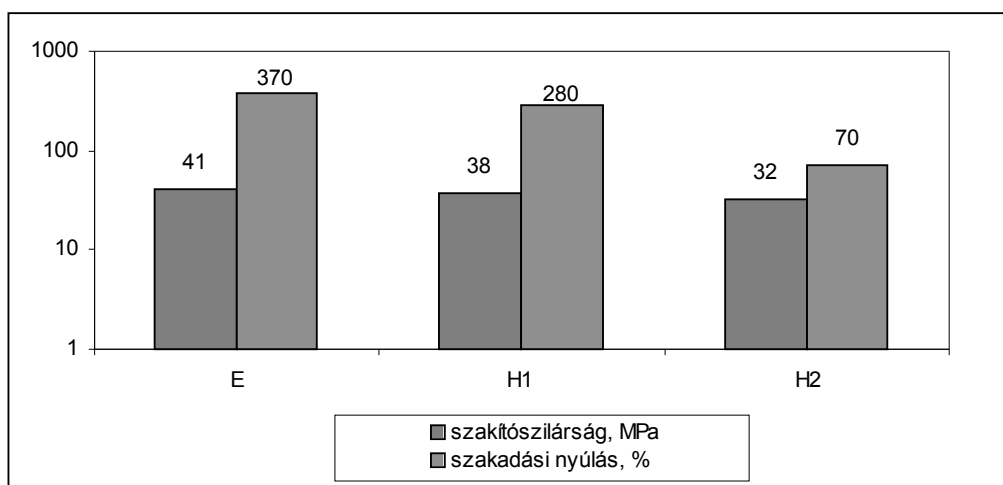
Csak kevés polisztirolhulladékból készítenek az eredetihez hasonló terméket. Ilyenek lehetnek bizonyos csomagolóanyagok vagy csőszigetelő anyagok, amelyeknek jó hőszigetelő képességét, hangelnyelését, ütésállóságát használják ki. A habhulladék egy részét megömlesztik, és tömör polisztirolként fát helyettesítő formadarabokat (ablakkeretet, padlóburkolatot stb.) készítenek belőle.

Poli(etilén-tereftalát) (PET)

A PS-lal szemben a PET újrafeldolgozása szinte külön iparágga szélesedett. A világon évente kb. 1 M t PET hulladékot dolgoznak fel újra. Erre ugyanis megbízható technológiákat dolgoztak ki, és ebből a műanyagból nagy tömegben lehet viszonylag homogén terméket (mindenekelőtt palackokat) visszagyűjteni.

A PET hulladék nem igényel ömledékállapotú előkészítést (adagolást, keverékkészítést, granulálást). A visszagyűjtött palackok közül kiválogatják a PVC-ből és a PE-HD-ből készültet, majd alapos mosás, címke- és ragasztóeltávolítás után a PET palackokat megőrlik, és örleményként adagolják a feldolgozógépbé.

A hulladékörlemény ugyanolyan érzékeny a nedvességre (amely hidrolizálja a polimert), mint a friss granulátum, ezért ki kell szárítani. A megömlesztett hulladékörlemény viszkozitása egyébként is kisebb, mint a friss granulátumé, mert a gondos tisztítás ellenére benne maradt szennyeződés (ragasztó, festékanyag) a hőterheléssel együtt bizonyos fokú molekulatördelődést okoz. Az 1. ábrán látható egy PET palackanyag szakítószilárdsága és szakadási nyúlása eredeti állapotában, majd szárított és szárítatlan örleményéből készített próbatesteken mérve.



1. ábra PET palackanyag szakítószilárdsága és szakadási nyúlása eredeti állapotában (E), és hulladékából szárítás után (H1), ill. szárítás nélkül (H2) extrudált próbatesteken mérve

A PET hulladék feldolgozásakor gondot okoz, hogy a palacktömegeből soha nem távolíthatók el maradéktalanul a PVC palackok, és a PET mindig tartalmaz valamennyi PVC szennyeződést, ami a vízhez hasonlóan hidrolízist okozhat. Ennek mennyisége ezért nem haladhatja meg az 50 ppm-t (parts per million, $1 \text{ ppm} = 10^{-4}\%$).

A polimerek különböző célú feldolgozásához különböző viszkozitású (molekulatömegű) ömledékeket alkalmaznak. PET esetében pl. szálgyártáskor 0,6–0,65 dl/g, palackgyártáskor 0,75–0,80 dl/g, gumiabroncs erősítéséhez használt kordszál készítésekor 0,85 dl/g belső (valódi, intrinszik) viszkozitású az ömledék. Ez irányadó a hulladék feldolgozásakor is. Ezért pl. palackhulladékból ismét palackot vagy szálát lehet gyártani. Élelmiszeripari

palackot természetesen csak azokban az országokban fújnak a hulladékból, ahol nincs tiltva a hulladék felhasználása élelmiszeripari csomagolóeszközökben. Másutt háztartási vegyszerek forgalmazására használják az ilyen palackokat, amelyek versenytársai a PVC és a PE-HD hulladékból készített palackoknak.

A PET újrahasznosításában is alkalmazzák a koextrudálást, amikor a palack falának külső és belső rétegét friss granulátumból, középső rétegét hulladékörleményből alakítják ki. Ilyen palackokat gyárt a Repete cég az USA-ban és az ACI Petalite cég Ausztráliában. Más cégek a hulladékot (pl. Coca-Cola palackok hulladékát) friss granulátummal keverik, és így állítják be az ömledék palackfúváshoz optimális viszkozitását.

A PET hulladék nagyobb részéből azonban szálát készítenek. A világ legnagyobb ilyen szálgyártója a Wellman cég (New Jersey, USA), amely két telephelyén évente 15 E t Fortrel Ecospun márkanévű PET szálát állít elő. Az USA-ban számos hasonló, de kisebb szálgyártó van. A szálakból szőtt és nemszőtt textíliák készülnek. Ezek nagy részét téli sportöltözetek hőszigetelő béléseként használják fel, de hangszigeteléseként, geotextíliaként, szűrőként is alkalmazzák őket.

A PET hulladék kisebb részéből autóalkatrészeket, villamosipari cikket, bútorelemeket fröccsöntenek.

Poli(vinil-klorid) (PVC)

A PVC profilok, csövek lényegében tiszta polimerből készülnek, sokféle PVC alapú terméket azonban lágyítót, töltőanyagot és sokféle más adalékot tartalmazó polimerkeverékből gyártanak. A PVC hulladék ezért elég vegyes, és újrafeldolgozás előtt célszerű szétválogatni.

A legtöbb PVC hulladék a használt csövekből és kötőelemekből, kábelekből, ablakkeretekből, tartályokból származik. A hulladékgyűjtés kezdetekor néhány cég Európában és az USA-ban elkülönítve gyűjtötte a PVC palackokat, és ezekből jó minőségű új termékeket gyártott. Az utóbbi időben azonban a PVC újrahasznosítására berendezkedett cégek közül több megszüntette tevékenységét, mert a PVC alkalmazásának visszaszorulása miatt elapadt a hulladékforrás is.

A PVC-t a PET-hez hasonlóan tisztítás és finom porszerű szemcsékké őrlés után közvetlenül fel lehet dolgozni. A palackok anyagából építőipari és mezőgazdasági csöveket, csőszerelvényeket, cipőtalpakat, kerti eszközöket, ereszcatornát, kábelcsövet stb. gyártanak.

A Wavin és a Solvay cég többrétegű PVC csöveket állít elő, amelyek középső rétegét használt palackok anyagából nyerik vissza. A hulladékhoz stabilizátort adnak, mert a PVC eredeti stabilizátorai a használat közben veszítenek hatásukból. A palackok anyagában levő, ütésállóságot növelő adalék javítja a cső rugalmasságát.

Az a törekvés, hogy használt PVC palackokból ismét palackot gyártsanak, nem járt sikerrel. Egy-két helyen megvalósították azonban a zárt láncú hulladékhasznosítást, ahol csőhulladékból ismét csöveket extrudálnak.

Az Elf Atochem cég különleges eljárással hasznosítja a PVC palackok anyagát. A hulladékból szálát húz, amelyet 30% gyapjúval keverve zoknik, sálak, pulóverek készítéséhez alkalmaz.

Az elhasználódott ablakkeretek anyagát többrétegű ablakprofilok belső rétegébe dolgozzák vissza. A friss polimerből készített külső rétegek a profil tömegének legfeljebb 20%-át teszik ki.

Akrilnitril/butadién/sztirol kopolimer (ABS)

Az ABS kopolimert főképpen a villamosiparban és az elektronikában használják különféle eszközök (számítógépek, telefonok, háztartási gépek, billentyűzetek stb.) házának, burkolatának anyagaként. Az elhasználódott eszközökből nem túlságosan bonyolult feladat a viszonylag homogén polimer-hulladék visszagyűjtése. Ezért a számítástechnikában feldolgozott ABS kb. 20%-át visszaforgatják a gyártásba. Az ABS-t feldolgozó nagy villamosipari cégek legtöbbje részt vesz a hulladékhasznosításban. Az ABS eredeti tulajdonságait többszöri újrafeldolgozás után is megőrzi, egyedül rugalmassága csökken kissé.

A hulladékból számítógép- és nyomtatóházakat gyártanak, legtöbbször zárt rendszerben. Másik alkalmazási terület a gépkocsielemekek és a háztartási gépek előállítás. A Wharrington cég Ausztráliában 25% friss polimer hozzákeverése után kerti bútorokat készít ABS hulladékból. A feldolgozott hulladékból extrudált félkész termékek a fához hasonlóan munkálhatók meg.

Poliamid (PA)

Az újrafeldolgozható poliamid fő forrása az ipari eljárással gyártott szőnyegek, amelyek külső szálai legtöbbször PA 6-ból vagy 66-ból készülnek. A szőnyegek többi alkotója lehet PP vagy más polimer, és különböző elasztomerek. Van olyan eljárás, amellyel szétválaszthatók a különböző anyagok, és elkülöníthető a kétféle PA is. A poliamidokat általában depolimerizálják, és a bomlástermékekből ismét poliamidot készítenek. A BASF cég azonban a PA hulladékot friss polimerrel keverve közvetlenül is tud új szőnyegfonalat gyártani.

A gépkocsik szétszerelésekor is keletkezik PA hulladék (radiátorelemek, ülések anyaga). Ebből új autóalkatrészeket, pl. üléseket, szellőzőelemeket, rácsokat fröccsöntenek.

Kevert műanyag hulladék

A kevert műanyag hulladék feldolgozása a legnehezebben megoldható feladat, ami azonban nagyon fontos volna, mert általa el lehetne kerülni a körülményes fajta szerinti visszagyűjtést vagy a költséges kézi, ill. gépi szétválogatást.

A kevert hulladékból gyártott termékeknek gyengék a mechanikai tulajdonságai, mert a hulladékban egymás mellett található PE, PP, PS, PVC, PET stb. összeférhetetlen, és egymáshoz rosszul tapadó sokfázisú rendszert képez. A hulladékban előforduló más szennyezések (papír, fém, festékek) tovább rontják a mechanikai tulajdonságokat. Az 1. táblázat mutatja, hogy hogyan viszonyulnak egymáshoz a tiszta polimerek (PE-HD, PET, PVC) és ezek keverékének tulajdonságai.

1. táblázat

A PE-HD, a PET és a PVC, ill. ezek keverékének mechanikai tulajdonságai

Polimer	Modulus, GPa	Szakítószilárdság, MPa	Szakadási nyúlás, %	Ütésállóság, J/m
PE-HD	1–2	22–24	600–700	750–800
PET	12–14	33–36	350–450	40–50
PVC	13–16	6–8	30–40	60–90
Keverék	5–6	4–4,5	1,5–2	20–22

A kevert polimer feldolgozásakor alapvető szempont, hogy az minél alacsonyabb hőmérsékleten és minél rövidebb idő alatt legyen elvégezhető, hogy elkerüljék az egyes alkotók degradálódását. Emiatt egyes műanyagok, pl. a PET nem ömlik meg, hanem töltőanyagként lesz jelen a rendszerben. Az feldolgozás nem lehet költséges. Csak olyan terméket érdemes kevert hulladékból gyártani, amellyel szemben nincsenek sem nagyobb mechanikai, sem esztétikai igények. Ilyenek lehetnek az extrudált félkész termékek – profilok és lemezek – amelyek hidegen megmunkálhatók és tovább alakíthatók. Jellegzetes alkalmazási területük a rakodólapok és az utcai bútorok. Egy hulladékfeldolgozó többrétegű cső belső rétegét készíti kevert hulladékból.

(Pál Károlyné)

La Mantia, F. P.: Applicability and applications of recycled plastics. = Macplas International, 2001. 3. sz. aug. p. 51–56.

Recycling auf dem Vormarsch. Neue Anlagen mit breitem Einsatzspektrum. = Kunststoffe, 91. k. 9. sz. 2001. p. 94.

HÍREK

Az újrafeldolgozott műanyagok ára 2001 közepén

2001 második negyedévében nem változott az újrafeldolgozott PET, PP és PVC ára. A PE-HD ára egyáltalán nem, vagy csak kismértékben, 0,11 USD/kg-mal emelkedett, míg a PS reciklátum ára 0,22–0,24 USD/kg-mal csökkent. Feltételezhető volt, hogy a lassuló gazdaság és az olajár növekedése erősebben hat az újrafeldolgozott műanyagok árára is, de ez nem következett be, ami a bőséges piaci kínálattal magyarázható. A júniusi árakat az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

A hulladékból visszanyert műanyagok ára

Hulladéktípus	Granulátum, USD/kg	Pehely, USD/kg
PET palack, tiszta		
fogyasztói hulladék, üvegtiszta	1,02–1,15	0,84–0,93
fogyasztói hulladék, zöld	0,88–0,97	0,75–0,84
PE-HD, tiszta		
fogyasztói hulladék, natur	0,81–0,93	0,53
kevert színes	0,64–0,75	0,42–0,51
Polisztirol		
fogyasztói hulladék		
<i>ütésálló</i>		
fekete	0,77–0,82	0,62–0,66
natur	0,75–0,79	–
<i>általános</i>		
fekete	0,55–0,60	0,24–0,31
natur	0,75–0,79	0,49–0,55
Polipropilén		
ipari hulladék	0,46–0,51	0,33–0,38
fogyasztói hulladék	0,46–0,51	–
Polietilénfólia		
fogyasztói hulladék		
nyújtható (stretch)	0,62	–
nyomtatott/kevert	0,29	–
ipari hulladék		
nyomtatott	0,44	–
nem nyomtatott	0,53	–
PVC		
ipari hulladék		

lágú	0,70–0,88	–
kemény	1,01–1,45	–

Azt várták, hogy május elején emelkedik a hulladékból visszanyert PET (R-PET) ára is, mivel a friss PET is drágább lett. A várakozások nem teljesültek, mert elegendő hulladék állt rendelkezésre, és a kínaiak is csökkentették a másodlagos alapanyag vásárlását. Egyes hírek szerint új poliészterüzemeket építettek, amelyek termékei versenyre keltek a visszadolgozott poliészterszálakkal. A gyapottermés is jónak ígérkezik és kiszorítja egyes területeken a poliésztereket.

Az újrafeldolgozott PE-HD ára az utóbbi 3 hónapban típusától függően kicsit emelkedett, de mostanra stabilizálódott. Néhány vállalat kilépett az újrafeldolgozó iparból, ezzel a többieket többletbevételhez jutatta.

Az elmúlt negyedévi drasztikus áresés után néhány vevő nagyobb mennyiséget raktározott el „reciklált” polisztirolból (R-PS). Friss PS-ből jelenleg is széles választék található a piacon, amelynek ára a hulladékkal párhuzamosan tovább csökken. R-PS-t a legnagyobb mennyiségben a kertészetek igényelnek, de itt is telített a piac, és mindez további árcsökkenést von maga után.

(Plastics Technology, 47.k. 6. sz. 2001. p. 71.)

Hulladékból készült élelmiszeripari PET-palack

Először készült eldobható PET vizespalack kizárólag hulladékból. A Lucas County cég (Ohio) „Get Green” programja 400 E USD állami támogatást kapott, hogy elterjessze a palackokat az iskolákban és a közösségi rendezvényeken. A palackgyártás technológiáját a Plastics Technologies Inc. (PTI, Holland, Ohio) laboratóriumában dolgozták ki.

A hulladékot szabadalmaztatott eljárással tisztítják meg. A kereskedelmi PET pelyhet tovább aprítják, hogy minél kedvezőbb legyen a felület/térfogat aránya, és a lehető legnagyobb felületen legyen képes az anyag leadni a szennyezést az alkalmazott magas hőmérsékleten és vákuumban.

A „reciklált” R-PET 1999-ben kapta meg a FDA engedélyét élelmiszeripari felhasználásra. Ez volt az első eset, hogy lakossági hulladékból készült termék elnyerte ezt a besorolást.

A PTI az R-PET két típusát forgalmazza, az egyik pehely, a másik granulátum formájú. A PTI/Phoenix eljárást Ausztráliában is szabadalmaztatták, ahol Coca-Colás palackokat készítenek R-PET-ből.

(Plastics Technology, 47. k. 7. sz. 2001. p. 70.)

