

## Mesterkeverék fejlesztések a körkörös gazdaság megvalósítása érdekében

A műanyagipar körkörösítése ma az egyik legfontosabb kihívás. A gyártási és a rosszabb minőségű használat utáni hulladék sikeres újrahasznosításának, reciklálásának kulcskérdése a minőség megőrzése az akár több reciklációs ciklus során is. Ebben nagy segítséget nyújtanak a különböző adalékokat tartalmazó mesterkeverékek, amelyek a szín beállításán kívül a feldolgozási és a használati tulajdonságok optimalizálásában is eredményesek.

*Tárgyszavak: műanyag hulladékok, PCR, PIR reciklátumok, funkcionális mesterkeverék, hulladékválogatás IR sugárral, korommentes fekete, TiO<sub>2</sub> mentes fehér, szilikontartalmú mesterkeverékek*

A fenntarthatóság érdekében egyre több reciklált anyagot használ a műanyagipar. Ahhoz, hogy ez sikeres legyen, meg kell oldani, hogy a reciklátumok használata ne járjon a külső megjelenés, a reológiai és a mechanikai tulajdonságok negatív változásával. A reciklátumok – különösen a használat utáni hulladéknál – különböző színűek, minőségűek és ezek használata esetén is meg kell felelni a felhasználók követelményeinek. A legnagyobb kihívás a termikus lebomlás, amely szinte valamennyi tulajdonságot leront. Nagy problémát jelent a reciklálásnál a mosott műanyag hulladék nagy és változó nedvességtartalma és a különböző szennyeződések. A kihívások kezelésében nagy segítséget nyújthatnak a színezéket, pigmentet és adalékokat tartalmazó mesterkeverékek gyártói

A holland **LyondellBasell** cég adalékokat tartalmazó mesterkeverékek széles választékát ajánlja a reciklátumok gyártóinak és felhasználóinak. Termékeikben az adalékokat gyakran kombinálják a színnel. Ezek a mesterkeverékek javítják a hőstabilitást, megakadályozva ezzel a termikus lebomlás miatti sárgulást és gélképződést, valamint biztosítva a megfelelő olvadákvizkozitást. A cég *CirculenRecover* néven reciklátum mátrixú színmesterkeveréket is ajánl, amellyel a felhasználó tovább javíthatja termékeiben a reciklált részarányt. Van olyan mesterkeverékük is, amely a közeli IR sugárzással detektálható szintet tartalmaz, és így segítik a különböző hulladékok szétválasztását a reciklálás céljából.

Az amerikai **Avient** cég termékeivel abban igyekszik segíteni a műanyagtermékeket gyártókat, hogy a fogyasztóknak ne csak minőségi termékeket kínáljanak, hanem figyelembe vegyék azt az erősödő trendet, hogy a fogyasztók számára a fenntarthatóság is vásárlási kritériummá vált. A fogyasztók döntését befolyásolhatja, hogy a termék milyen arányban tartalmaz reciklált anyagot, és hogyan reciklálható használat után. A cég vevői számára kifejlesztette a „*PCR Color Prediction Service*” szolgáltatást, amely segít megjósolni, hogy egy adott PCR (Post-Consumer – használat utáni hulladékból készült – Reciklátum) adagolása esetén milyen szinttartomány érhető el. A szolgáltatásban a felhasználó számára digitálisan mutatják be az elérhető szintet. Ezáltal a vevő időt takarít meg, mert kevesebb színbeállító kísérletre lesz szükség, és megkönnyíti az esetleges anyagváltásokat is. Ezt a szolgáltatást a cég többféle termékre (palackok, fröccsöntött és fűvott termékek), a reciklátumok közül a PE, PP és a PET reciklátumokra vállalja.

A cég a piacon két trendet érzékel: a digitalizáció és az egészségtudatosság befolyását a színválasztásra. Ezeket a járvány is erősítette, mivel az online vásárlások során a tiszta fényes színek vonzóbbak. Az egészség fókuszba kerülése pedig a wellness által inspirált pasztell és natúr színeket tette kedveltebbé. A fentiek miatt is nő a világosabb színű reciklátumok iránti igény. Az **Avient Cesa Nox A4R** néven speciális antioxidáns adalékokat fejlesztett ki, amely stabilizálja a poliolefineket a feldolgozás során,

és megakadályozza az elszíneződést, a gélképződést. Ez az új termék használható mind a reciklálásnál, mind pedig a reciklátum hozzáadásával történő termékgyártásnál. Segítségével elérhető akár 100% reciklátum használata friss granulátum helyett a tulajdonságok romlása nélkül.

A **Holland Colours** mesterkeverékgyártó cég fejlesztéseiben is nagymértékben figyelembe veszi a reciklátumok növekvő használatát. Például a háztartásban használatos készülékek és szerszámok gyártásában jelentős lehet a reciklátumok használata, de ugyanakkor ezeknél a termékeknél a színnek nagy szerepe van a vásárlók megnyerésében. Vannak olyan termékek is, ahol a színnek jelző szerepe van, máshol pedig a szín gátat képez a fényvel szemben. Előbbire a különböző csővezetékek, utóbbira pedig a sörös és gyógyszeres palackok zöld és borostyán színét hozzák példaként. Az élelmiszer-csomagolás céljaira használt műanyagoknál is nagy szerepe van a reciklálásnak. Az élelmiszerekkel érintkező alkalmazásokban szigorú követelmények vannak a „nem-szándékosan hozzáadott anyagok” (NIAS – non-intentionally added substances) mennyiségére vonatkozóan. Ilyen anyagok képződésével számolni kell a reciklálás, vagy a termikus lebomlás során bekerült szennyeződések és a különböző adalékok, színezékek közötti reakciók eredményeképpen. Az NIAS anyagok csökkentését kétféle módon lehet megközelíteni: a használat utáni hulladék (PCR) megtisztítása a reciklálás előtt mosással, vagy az olvasztás során, a másik lehetőség a reakciók megakadályozása.

A reciklált műanyagok felhasználhatóságánál a fenti tisztasági előírások mellett a színnel kapcsolatos igények is döntőek. Legkönnyebben reciklálhatók és leginkább alkalmasak az újbóli felhasználásra az eredetileg szintelen átlátszó csomagoló anyagok. Ezeknél a reciklátumoknál is számolni kell azonban kisebb elszíneződéssel, sárgulással. Ezt általában a felhasználók nem fogadják el, mivel a rossz minőségre utal. Ennek megoldása a szín semlegesítése lehet. A **Holland Colours** erre a célra *Tintmask* termékét javasolja, amelyben egy komplementer színnel a reciklátumok semleges szürke színárnyalatot érnek el. A *Tintmask* folyékony vagy szilárd formában kapható, nem migrál és vákuumban sem szublimál. Alkalmas élelmiszerrel érintkező PE termékek gyártására is.

Színes hulladékok esetén a színek szerinti elválasztás leggyakrabban NIR detektálással történik. A **Holland Colours Sort** néven olyan fekete mesterkeveréket fejlesztett, amelyben a NIR sugárzással jól kimutatható komponensek vannak. A színes reciklátumoknál számolni kell azonban azzal is, hogy a színes hulladék színe a reciklálás során változik, és ez a változás több paramétertől is függ.

Az angol **Broadway** mesterkeverékgyártó cég is gyárt mesterkeveréket 100%-ban PCR bázisú mesterkeveréket. A mesterkeverékek általában a végső termékben 1–5%-ot tesznek ki. A reciklátum alapú mesterkeverék lehetővé teszi a felhasználóknak a 100%-ban körkörös gazdaságból származó csomagolások gyártását. Más esetben elkerülhetővé teszi azt a Plastic Packaging Tax adót, amelyet az Egyesült Királyságban kell fizetni, ha a reciklált hányad nem éri el a 30%-ot. A cég kutatója megjegyezte, hogy sok esetben a PCR miatt több pigmentet kell alkalmazni a PCR színének elfedése érdekében. A cég a megfelelő színhűség érdekében helyszíni színbeállítást ajánl, valamint spektrofotométer és a hozzátartozó szoftver segítségével támogatja a gyors reagálást a reciklátum színváltozására. Mindazonáltal a cég szükségesnek tartja a reciklátumok használata esetén a színhűség szigorú követelményeinek felülvizsgálatát. Olyan kultúrát kell kifejleszteni, amelyben a fogyasztó érti a kisebb eltérések okait, és elfogadja, hogy a környezetvédelem fontosabb az esztétikánál.

A cég jelenleg is több közös projekten dolgozik együtt különböző szervezetekkel. Ezek célja a fenntartható adalékok és reciklátum alapú mesterkeverékek fejlesztése és elfogadtatása. A közelmúltban fejlesztettek ki, például új mesterkeverékeket reciklált PP-t használva. A PCR-ből felszabaduló illékony anyagok megkötésére szagot semlegesítő adalékokkal kísérleteznek. Most a cégen belüli kísérletek zajlanak egy használt gumikból előállított korom mesterkeverékkel. Egyetemi partnerrel fejlesztenek egy endoterm habosító anyagot. A belső kísérletek befejezése után most kerül kipróbálásra hulladékválogatást végző cégeknél egy NIR sugárzással detektálható fényes fekete mesterkeverék. Ez a mesterkeverék PP és PET polimerekhez is adagolható, és csomagoló anyagokban prémium megjelenést eredményez.

A dán **Palsgaard** a fenntartható biobázisú polimer adalékok széles skáláját fejlesztette ki, például a pigmentek diszperzióját segítő adalékot, amelyet PE, PP, PET, PVC és PA alapú mesterkeverékek

gyártásánál használnak mind primer polimer, mind reciklátum esetén. Egy ilyen növényi alapú poligligerin, az *Einar 101*, amely 1–5%-ban nagyon hatásos diszpergáló szer.

Az amerikai székhelyű **Ampacet** cég új termékkel bővítette korommentes *Rec-NIR-Black* fekete mesterkeverék családját. Az új *Rec-NIR-Black PE 512* típus a család többi tagjához hasonlóan detektálható a közeli IR sugárzással, lehetővé téve a reciklálás céljából történő válogatást. Emellett nagymértékben átlátszatlan, és ezáltal jól használható hajlékonyfalú csomagolás gyártására. A *Rec-NIR-Black PE 512* mesterkeverék kizárólag beltéri használatra alkalmas, mivel nincs stabilizálva az UV sugárzás ellen. Hasonló céllal fejlesztett új típusokat az amerikai **Chroma Color**, amely a közeli IR sugárzást visszaverő vagy áteresztő fekete vagy sötét színű termékeit speciális színezékek és szerves pigmentek kombinálásával gyártják.

A német **Karl Finke** cég a PCR (használat utáni) hulladékból gyártott szekunder PET színezésére fejlesztette ki új *Fibratec* mesterkeverékét, amelynek mátrixanyaga is háztartási és ipari hulladékból előállított reciklátum. Használata teljesen megegyezik a primer termékével. A cég másik új terméke a *Fibrplast NIR*, amely – ahogy ez a megnevezésből is kitűnik – alkalmas az IR sugárzással történő válogatásra. Ezt a nem korom alapú fekete mesterkeveréket a csomagolásban használt valamennyi műanyaghoz (HDPE, PP, PS, és PET) ajánlják.

Az ausztriai **Gabriel-Chemie** csoport a német **GSM Sella** és az **Aurora Kunststoffe** műanyag-feldolgozó cégekkel együttműködve új mesterkeveréket fejlesztett ki, amelynek segítségével gyártási PA66 hulladékból tudnak stadionokba üléseket készíteni. A mesterkeverék a színen kívül a mechanikai, éghetőségi és esztétikai tulajdonságokat is javító adalékokat is tartalmaz, továbbá biztosítja a szigorú kültéri követelményeknek megfelelő időjárásállóságot. Az együttműködés eredményeképpen már 30 000 ülést gyártottak le.

A **Gabriel Chemie** kifejlesztett egy NIR azonosításon alapuló műszert, illetve ennek segítségével tanúsítást vállal a mesterkeverékek NIR módszerrel történő azonosítására vonatkozóan bármely szín esetén a már használatban levő mesterkeverékekre is. Amennyiben a vizsgált mesterkeverék nem detektálható NIR módszerrel, a cég más megoldást kínál.

A spanyolországi székhelyű a PVC-re specializálódott **Delta technik** új termékeket fejlesztett a reciklált PVC-hez fekete, fehér és barna színben. Ezek a mesterkeverékek a cég szerint nagy pigment koncentrációjúak. A fehér mesterkeverék nagy  $\text{TiO}_2$  tartalmával és más adalékokkal biztosítja a reciklált PVC fehér színét a PVC hulladék sárgás színe ellenére.

A német **Wacker Chemie** új szilikontartalmú mesterkeverékeket mutatott be a K 2022 kiállításon. *Genioplast PE50S08* termékét PE kompaundálásához javasolja. A terméket 1–3%-ban adagolják kétcsigás extruderen, sokszor ásványi töltő anyaggal együtt. A pellet formájú termék 50% szilikont tartalmaz, hatóanyaga egy nem-reaktív ultramagas molekulásúlyú poli-dimetil-sziloxán, a vivő anyag kissűrűségű PE. A *Genioplast PE50S08* javítja a folyási tulajdonságokat, a töltőanyag eloszlását, javítja a kihozatalt és csökkenti a fajlagos energiafelhasználást, valamint javítja a végtermék felületi minőségét. PE hulladék reciklálása során biztosítja a különböző PE fajták egyenletes keveredését.

Valamennyi termoplaszt kompaundálását segíti a *Genioplast S* adalék, amely egy pirogén szilícium-dioxidra felvitt nagymolekulás szilikon. Vagyis vivőanyaga nem termoplaszt, hanem egy mikroszkópos méretű amorf háromdimenziós szilícium-dioxid cseppekből álló anyag, amely pirolízis során keletkezik. A *Genioplast S 0,1–1%*-ban adagolva csökkenti az olvadék viszkozitását és a szerszámkitöltést. Nagyobb koncentrációban javítja a felületi minőséget is. Vannak lángálló szert tartalmazó típusok is. Fő alkalmazási területük a lángálló kábel bevonatok gyártása. A *Genioplast PP50S12* fő funkciója a PP termékek karcállóságának javítása. Főleg csomagoló filmek, kertibútorok és autóbelső kiegészítőinek gyártására használják. A *Genioplast Pellet 345* típust termoplasztikus poliuretánokhoz fejlesztették ki, amely kellemes fogást biztosít pl. telefon tokoknál, és szennytaszítóvá teszi a felületeket.

Nem  $\text{TiO}_2$  alapú fehér mesterkeveréket mutatott be az izraeli **Tosaf** cég válaszul arra, hogy felmerül a  $\text{TiO}_2$  por rákkeltő hatása, és ennek alapján az EU betiltotta alkalmazását élelmiszer adalékként. Emiatt a csomagolások, játékok stb. gyártói érdekeltek a  $\text{TiO}_2$  mentes fehér mesterkeverékekben. Az új

fehér mesterkeverék színárnyalata a sárgástól a semlegesén keresztül a kékesig terjed. Alkalmask valamennyi polimerhez. Kifejezetten kicsi a koptató hatásuk, ezért alkalmazásukkal hosszabb a szerszámok élettartama.

Összeállította: Máthé Csabáné dr.

Holmes M.: Helping to improve the appearance of recycled plastics – PLASTICS RECYCLING WORLD 2022. november/december p. 33–43. és

[www.plasticsrecyclingworld.com](http://www.plasticsrecyclingworld.com)

Giordano, G.: Material Innovations at K 2022 – 2022. október

<https://www.plasticstoday.com/materials/material-innovations-k-2022>