



Mikroműanyagok

KIHÍVÁSOK ÉS MEGOLDÁSOK A CSOMAGOLÁSTECHNIKÁBAN

A mikroműanyagok egyre növekvő figyelmet kapnak a társadalomban, a tudományban, a médiában és a politikában, azonban számos tévhit is kering róluk. Ebben a cikkben a mikroműanyagok kialakulását, forrásait, környezeti hatásait, kihívásait és megoldásait vizsgáljuk meg, kifejezetten a csomagolóipar kontextusában. E kulcsfontosságú szempontok vizsgálatával betekintést és megvalósítható ajánlásokat kívánunk nyújtani a fenntarthatóság és a felelős gazdálkodás előmozdításához a csomagolási gyakorlatban.

A mikroműanyag fogalmi meghatározásai

Az egyes kutatók a mikroműanyagok méretét kétféleképpen határozzák meg. Vannak, akik az 5 mm-nél kisebb, míg mások csak a 0,5 mm-nél kisebb műanyag darabkákat nevezik mikroműanyagoknak. Napjainkban a fejlődő vizsgálati módszereknek köszönhetően már megkülönböztetik a nanoműanyagokat is, amelyek a 0,1 µm-nél vagy az 1 µm-nél kisebb műanyag darabkákat jelentik. Azonban ezek detektálása a nagyságrendekkel kisebb méretük miatt sokkal nagyobb kihívást jelentenek, mint a mikroműanyagoké.

Keletkezésük szerint a mikroműanyagok két csoportba sorolhatók: elsődleges, illetve másodlagos mikroműanyagok. A mikroműanyagok olyan mikrométeres tartományba eső

műanyag darabkák, amelyeket kifejezetten bizonyos alkalmazásokhoz vagy termékekhez gyártanak. A másodlagos mikroműanyagok az elsődleges mikroműanyagokkal szemben műanyag-termékek szét-töredezésével vagy nagyobb műanyagrészek tördelődésével keletkeznek. Azonban a környezetben található, kimutatott mikroműanyagok megkülönböztetése gyakorlatilag lehetetlen az elsődleges mikroműanyagok csekély aránya, valamint az időjárási és öregedési hatások miatt.

Csak az EU-ban évente 0,7–1,8 millió tonna másodlagos mikroműanyag kerülhet a környezetbe

Az Európai Unióban (EU) forgalomba hozott termékekhez (például kozmetikumokhoz, mosószerekhez, festékekhez, műtrágyákhoz, növény-

védő szerekhez, valamint az olaj- és gáziparban használt termékekhez) évente mintegy 145 ezer tonna elsődleges mikroműanyagot adnak hozzá adalékanyagként. Továbbá elsődleges mikroműanyagokat használnak rugalmas töltőanyagként a műfüves sportpályákon is. Becslések szerint évente körülbelül 42 ezer tonna elsődleges mikroműanyag kerül a környezetbe. Ennek megelőzése, illetve csökkentése érdekében az EU a vegyi anyagokra vonatkozó uniós jogszabályok („REACH”) értelmében széles körű korlátozást fogadott el az elsődleges mikroműanyagokra vonatkozóan az EU-ban forgalomba hozott termékek esetén. A várakozások szerint a korlátozásnak köszönhetően 20 év alatt körülbelül 500 ezer tonna mikroműanyag kibocsátása akadályozható meg. Egyes becslések szerint évente 0,7–1,8 millió tonna másodlagos mikroműanyag

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék

² MTA-BME Lendület Fenntartható Polimerek Kutatócsoport

kerül a környezetbe az EU területén. Azonban a különböző környezeti hatások (pl. fotooxidáció, kopás, erózió, biológiai lebomlás) okozta alak- és méretváltozások miatt nehézkes a kezdeti műanyagtermék, ezáltal pedig a kibocsátási forrás megállapítása.

Általánosságban elmondható, hogy a természetben előforduló mikroműanyagok sűrűsége általában 0,8 és 2 g/cm³ között változik, de leggyakrabban 1 g/cm³ sűrűségűvel lehet találkozni.

A mikroműanyagok alapanyaga leggyakrabban polietilén

A kutatások szerint egy átlagos mikroműanyag darabka tömege 0,0125 mg, térfogata 0,011 mm³, sűrűsége pedig 1,14 g/cm³. A geometriai alakjuk szerint a mikroműanyagokat három fő csoportra szokták bontani: szálak, fóliák és töredékek. A környezetbe kerülő mikroműanyagok geometriai alakja legtöbbször felismerhető marad, de a méretük (például a szálak hossza vagy a fóliák felülete) az idő előrehaladtával csökkenhet a további aprózódás hatására.

Számos kutatás megállapította, hogy a mikroműanyagok alapanyaga leggyakrabban polietilén (PE), poli(etilén-tereftalát) (PET), poliamid (PA), polipropilén (PP), polisztirol (PS), poli(vinil-alkohol) (PVA) és poli(vinil-klorid) (PVC). Ezeket a műanyagtípusokat nagy mennyiségben használják a csomagolóiparban, illetve a halászati iparban is (pl. zsinórok, hálók). 2021-ben a világ műanyagter-

melése 390,7 millió tonna volt, ennek a 44%-át a csomagolóipar dolgozta fel. Azonban funkciójukból adódóan a csomagolóanyagok élettartama nagyon rövid (átlagosan 0,5 év), ezért hamar hulladékká válnak. Sajnos ennek a hulladéknak jelentős része, az EU-ban kb. 23%-a, Magyarországon pedig kb. 57%-a még mindig a hulladéklerakóba vagy a természetbe kerül. Mivel a csomagolóanyagok tervezése során rövid élettartammal számolnak, a műanyagban használt stabilizátorok mennyisége is kevesebb mint egy évtizedre tervezett építőipari termékénél – ezáltal a környezeti hatások miatt gyorsabban kezdhet aprózódni.

Egyre nagyobb problémát okoz a mikroműanyag

A mikroműanyagok jelenléte a környezetben és az élő szervezetekben egyre nagyobb problémát okoz. Magyarországon egyelőre a felszíni vizek mikroműanyag-szennyezettségéről érhetőek el adatok. A BME kutatói például a Duna budapesti szakaszán a Budapesti Központi Szennyvíztisztító Telep sodorbelti bevezetése előtt, illetve után vizsgálták a folyó mikroműanyag-szennyezettségét. A vizsgált vízjárási állapotban a Duna ezen szakaszán egy másodperc alatt kb. 0,2 g mikroműanyag áramlik át, ami egy nap alatt kb. 17 kg, egy év alatt pedig kb. 6 tonna mikroműanyagot jelent, ami relatíve alacsony terhelést

jelent. Az optikai mikroszkópos és FTIR vizsgálatok alapján azonosíthatók voltak a mikroműanyagok főbb forrásai, beleértve a zacskókból, címkékből, kupakokból és PET-palackokból származó polietilén részecskéket, valamint a lufikból származó PVC mikroműanyagokat és az építőipari expandált polisztirol (EPS) gömböket is. Az aktuális ismereteink szerint a jelenlegi környezeti koncentrációnál csak jóval nagyobb mennyiség okoz gondokat, azonban a hatások feltárására további szisztematikus vizsgálatok, valamint egységes mintavételi és mérési rendszer kidolgozása szükséges.

A biológiailag lebontható polimerekből általában nem keletkeznek mikroműanyagok

A mikroműanyagok mennyiségének csökkentését célzó stratégiák tekintetében fontos kiemelni, hogy a biológiailag lebontható polimerek (például a PLA és a PBAT) esetében csak akkor keletkeznek mikroműanyagok, ha nem megfelelő környezetben bomlanak le. Megfelelő körülmények között ezek a polimerek vízzé, szén-dioxiddá és humusszá alakulnak át anélkül, hogy káros melléktermékként mikroműanyagokat termelnének. Ez kiemeli a megfelelő hulladékkezelés és -elhelyezés fontosságát annak érdekében, hogy a biológiailag lebontható anyagok hatékonyan bomljanak le, és ne okozzanak káros környezeti hatásokat. Ezzel összhangban a 2018. május 30-án érvénybe lépett a hulladékokról szóló 2008/98/EK keretirányelv módosítása, amely szerint a tagállamoknak biztosítani kellett, hogy 2023. december 31-ig a biohulladékot vagy a keletkezése helyén különítik el és dolgozzák fel újra, vagy külön gyűjtik össze, és nem keverik más típusú hulladékkal. A tagállamok emellett engedélyezhetik, hogy az olyan biológiai lebomláság és komposztálhatóság szempontjából hasonló tulajdonságokkal rendelkező hulladékot, amely megfelel a komposztálással és biológiai lebomlással hasznosítható csomagolásra vonatkozó európai szabványoknak vagy bármely, azokkal egyenértékű nemzeti szabványnak, a biohulladékkal együtt gyűjtsék össze. Mindezek értelmében ez egyszer használatos élelmiszer-cso-





magolások esetén különösen előnyös a megújuló forrásból származó és biológiailag lebontható csomagolások alkalmazása, hiszen 2024-től a komposztálható élelmiszerhulladékokkal együtt ez a csomagolás szelektíven gyűjtésre kerül és a komposztálással körforgásban tartható. Itt különösen fontos a lakosság edukációja, hogy a komposztálható jelzéssel ellátott csomagolóanyagokat ne a műanyag- és fémhulladék gyűjtésére szolgáló edényekbe dobják. Ezeknek ugyanis jellemzően alacsonyabb a termikus stabilitása és az olvadáspontja, így nehézségeket okoznak a többi műanyag hulladék újrahasznosítása során.

Anyagok, amelyek tévútnak bizonyultak

Az elmúlt években több európai uniós irányelv és rendelet (például a 2019/904, a 2018/852 és a 2022/1616) lépett életbe, amelyek ösztönzik az újrahasznosítást. Ennek eredményeként



kevesebb hulladék kerülhet a környezetbe, ami csökkenti a másodlagos mikroműanyagok mennyiségét is. Az egyszer használatos műanyagokról szóló 2019/904 irányelv (*Single Use Plastics Directive*) többek között 2021. július 3-tól kivezette a piacról az oxidatív úton „lebomló” (valóságban csak aprózódó) polimerből készült termékeket, amelyek jelentős mértékben hozzájárultak a mikroműanyagok keletkezéséhez. Ezek az anyagok tévútnak bizonyultak, mivel nem a szemetelésre akarjuk ösztönözni a felhasználót olyan hibás logikával, hogy a műanyag úgyis idővel majd szét-töredezik a környezetben. Ellenkezőleg, a célunk az, hogy az értékes polimer alapanyagot minél tovább a gazdaságban és a körforgásban tartsuk.

A cikkben bemutatott kutatás a Széchenyi Terv Plusz program keretében az RRF-2.3.1-21-2022-00008 számú projekt támogatásával valósult meg. A kutatás a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) K 142517, K 143623 és PD 146135 pályázatainak a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott támogatásával készült. Gere Dániel kutatása a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (BO/00894/23/6) és a Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-23-5-BME-453 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült. Az irodalomjegyzék és a forrásmegjelölés a szerzőnél és a szerkesztőségünkben is elérhető. ■

