

MIKROPLASZTIKOK

(FOTÓ: BORDÁS GÁBOR)

Nem újdonság, hogy folyóinkat, vizeinket szennyezések fenyegetik. Lapunkban többször hírt adtunk már arról, milyen anyagok találhatóak bennük, amelyeknek nem kéne ott lenniük, hogyan lehet ezeket kimutatni, milyen veszélyeket rejtenek az élővilágra és végső soron ránk is. A nehézfémek, kőolaj-származékok, gyógyszerhatóanyag-maradványok mellett mostanában egyre több szó esik a médiában egy újabb, eddig nem kutatott szennyezőről is: a mikroműanyagokról. Cikkünk szerzői abba a csapatba tartoznak, amely felmérte a magyarországi vizek érintettségét.

A mikroműanyagok környezetben való megjelenésével kapcsolatos egyetlen pozitív hír az, hogy a jelenségnek végre valóban komoly hírértéke van. Ugyanis egy olyan átfogó, globális kihívásról van szó, amely érinti a tengereket, a felszíni vizeket, az ivóvízkészletet, az állatvilágot és az emberi egészséget. Az egyre fenyegetőbb problémának számos társadalmi, környezetvédelmi, élelmiszer-biztonsági vetülete van. Itt az idő, hogy szembenézzünk és komolyan foglalkoz-

zunk vele. Magyarországon ezt a missziót elsőként egy független laboratórium vállalta fel, amikor különböző projektek keretében elkezdte feltérképezni a hazai vizeink mikroműanyag-szennyezettségét.

A mikroműanyag által jelentett kockázatokat röviden összefoglalva a következőt mondhatnánk: a környezetbe kerülő elképesztő mennyiségű műanyagból az élőlények szervezetébe káros vegyületek szivárognak, a mikroműanyagok esetében ráadásul koncentrált formában.

De mik ezek az apró részecskék? Hogyan keletkeznek, és hogy kerülnek a vízbe, üledékbe?

Nem bomlanak

A műanyagok által okozott világméretű probléma oka tulajdonképpen ugyanaz, ami a feltalálásukhoz és a gyors elterjedésükhöz is vezetett, vagyis hogy könnyűek, sokrétűen felhasználhatók, olcsón előállíthatók, strapabírók. Éppen ezért bomlanak le rendkívül nehezen. Ma már évente több, mint 300 millió tonnányi műanyagot állítanak elő világszerte, és az életnek gyakorlatilag nincs olyan területe, ahol képesek lennének hosszú távon létezni nélkülük.

Ahogy az elnevezésük is mutatja, a műanyagok előállítása szintetikus úton történik, konkrétan polimerizációval. A legelterjedtebb műanyag típusok a hosszú szénláncvázú polietilén (PE), a polipropilén (PP), a polivinilklorid (PVC), a polietiléntereftalát (PET) és a polisztirol (PS).

Pontosan az őket oly stabilá és ellenállóvá tevő kémiai szerkezetük miatt nem találunk rajtuk „fogást” környezetünk apró munkásai, azaz a mikroorganizmusok (baktériumok,

(FOTÓ: BORDÁS GÁBOR)





(FOTÓ: PAPP GÁBOR)

mikroszkopikus gombák). Sőt: a mikroorganizmusok gyakorlatilag képtelenek a környezetbe kikerülő műanyagok lebontására, nem tudják tápanyagként hasznosítani és átalakítani azokat. A műanyagok a kémiai folyamatokkal szemben igen ellenállóak, oxidációjuk is nagyon lassan következik be.

A Napból érkező ultraibolya- (UV-) sugárzás hatására viszont a polimerek láncszerkezetébe képes beépülni az oxigénatom a légkörből, így az töredezik, a műanyagok idővel apró darabokra esnek szét. A folyamat végére úgy elaprózódnak, hogy szemmel már nem is láthatók, viszont a mikroorganizmusok számára továbbra sem hozzáférhetők.

Ez a folyamat okozza azt, hogy környezetünkben 5 mm-nél kisebb, úgynevezett mikroműanyagok fordulnak elő.

Darabkák a vízben

A mikrorészecskéket az 1970-es években figyelték meg először, de csak a 2000-es évektől kezdődően kerültek a figyelem középpontjába. Ezeket másodlagos mikroműanyagoknak nevezik, hiszen azok nem rendeltetésüknél fogva ilyen méretűek. Speciális csoportjukként fogható fel a hétköznapi életünk során használt tárgyak kopásából eredő mikropasztik-szennyezés; emellett a kozmetikumokban használt elsődleges mikroműanyagok (eleve ilyen kis méretűre gyártott anyagok), illetve az autógumik kopása és a szintetikus szövetből készült ruhák mosása során a környezetbe jutó apró szemcsék is hozzájárulnak a szennyezéshez.

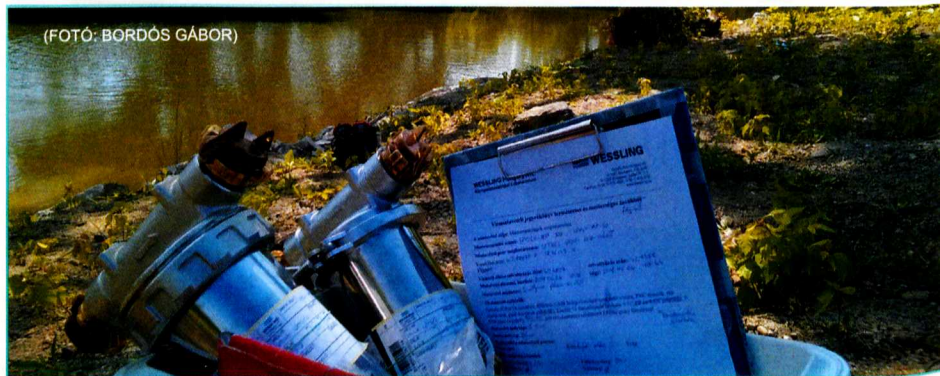
Az elmúlt években világszerte számos környezeti elembe leírták előfordulásukat. Az óceánokon és tengerpartokon túl európai tavakban (Garda-tó) és folyókban vett víz- és üledékmintákból is kimutattak mikroműanyagokat. Ausztriai mintavétel alapján a Duna mikroműanyaghozama évi 1500 tonnára becsülhető. A Rajnában 11 mintavételi pont mindegyikében azonosíthatók voltak; legnagyobb koncentrációjuk az iparvidéken mutatkozott (15–20 részecske/m³). A szennyvízben koncentrálódó anyagokat a tisztítási folyamat sem távolítja el, jelen vannak az elfolyó szennyvízben is, így a szennyvíztisztító telepek koncentrált mikroműanyag-szennyezőforrások (100–1500 részecske/m³).

Magyarországon egy független laboratórium, a környezetvédelem területén is negyed évszázados tapasztalattal rendelkező WESSLING Hungary Kft. mérte meg először a felszíni vizeink mikroműanyag-szintjét. 2017 júliusában, az V. PET Kupa keretében a Tiszán vett víz- és üledékminták eredményei igazolták a nemzetközi kutatásokat: a mikroműanyag-szennyezés

globálisan érinti vizeinket. Az eredmények szerint a Tiszában köbméterenként 4,9 db 300 mikrométernél nagyobb, de 2 mm-nél kisebb, míg 62,5 db 15 és 300 mikron közé eső részecske található. Ezek az adatok a nemzetközi eredmények tükrében is jelentősek, hiszen a 300 mikrométernél nagyobb tartományban a Duna ausztriai szakaszán 0,3 részecskét, olaszországi tavakban 1–4 részecskét, míg a Rajna iparosított szakaszán 15–20 részecskét mutattak ki köbméterenként.

A leggyakoribb kimutatott műanyagfajták a polipropilén, politetrafluoretilén (teflon) és a polietilén voltak. Az üledékminták eredményei alapján 1 kg tiszai üledék átlagosan 1,76 darab mikropasztikot tartalmaz. Ezek az infravörös mikroszkópos eredmények értelmében politetrafluoretilén és polisztirol részecskék voltak.

A halastavak minőségét vizsgáló Happyfish projekt keretében a Tiszató vízrendszerében is kimutatták a mikroműanyagokat. A Tiszában és az Eger-patakban 10 részecske jelent meg 1 m³ mintában, jellemzően polipropilén (PP) és polietilén (PE) anyagúak. A Nagy-morotvából származó mintában ez a két anyag hasonló koncentrációban jelent meg, azonban ezen felül polisztirol részecskéket is detektáltak a kutatók, ezért itt magasabb az egységnyi vízben mutatkozó mikroműanyag-koncentráció. Az üledékmintákból a Tiszató mintavételi pontjain a kutatók jellemzően 1 részecskét találtak kilogrammonként. A Nagy-morotvában polipropilén (PP), míg az Eger-patakban polisztirol (PS) és poliamid (PAM) volt kimutatható. Ezek az értékek közelítenek a Tisza felsőbb szakaszán (Dombrád) nyáron vett mintában mértékhez: ott 1,7 részecske (polisztirol és politetrafluor-etilén) volt 1 kg üledékben.



(FOTÓ: BORDÓS GÁBOR)

Mivel az eredmények sajnos nyugtalanítóak voltak, a kutatók úgy határoztak, hogy folytatják a felszíni vizeink felmérését. Elindult a *Parányi Plasztiktalány Projekt*, amelynek keretében elvégzik a vizsgálatokat a Dunán is és mellékfolyóin is.

Az első eredmények alapján a Rábában 12,1 mikroműanyag részecskét mutatott ki, ami azt jelenti, hogy naponta akár 20,7 millió részecske kerülhet a folyóba. Ezek elsősorban precíziós alkatrészekhez, elektronikai termékekhez használt anyagok maradványai. Az Ipolyban valamivel jobb a helyzet, ott köbméterenként 1,7 részecskét mértek, ami annak lehet köszönhető, hogy a folyó többnyire nemzeti parki területeken, ipari és kommunális behatásoktól viszonylag elzártan kanyarog, illetve a mintázás alacsony vízállás mellett történt. A folyó átlagos vízhozamával kalkulálva durva becslésként elmondható, hogy még így is akár 3 millió mikropasztik-részecskét szállíthat naponta.

Miért baj?

Most, hogy már egyértelműen kiderült: nem csak a tengerekben, hanem az édesvizekben is bizonyíthatóan ott vannak a mikroműanyagok, ideje tisztázni: tulajdonképpen miért is kell tőlük tartani? Mi velük a baj?

Először is a vízi élőlényekre jelentenek veszélyt. A tápláléklánc elején elhelyezkedő szervezetek (planktonok, kagylók, halak) táplálkozási módjukból kifolyólag véletlenszerűen fogyasztják el a mikroműanyagokat, amelyek a tápcsatornájukban gyulladáshoz vezetnek, illetve a tápcsatornájukban gyulladáshoz vezetnek, illetve a tápcsatornájukban gyulladáshoz vezetnek. Laboratóriumi körülmények között vizsgálva leírták, hogy a mikroműanyagok a tápcsatornából bekerülhetnek kagylók (*Mytilus edulis*) és rákok (*Carcinus maenas*) keringési rendszerébe, valamint szövetébe, továbbá a táplálékláncon keresztül a magasabb trofikus szintű (a táplálékláncon feljebb elhelyezkedő) élőlényekbe jutnak. Az ehető kékkagyló közvetlen emberi fogyasztásban elterjedt, így a mikroműanyagok transzportja itt sem kizárható, a halak esetében eddig a tápcsatornából jelentették előfordulásukat, élelmezésre alkalmas fajoknál (tőkehal, lepényhal). Ez arra utal, hogy akár élelmezésünkben is előfordulhatnak mikroműanyagok.



(FOTÓ: PAPP GÁBOR)

Nem csak a fogyasztásukból eredő fizikai sérülések jelentenek kockázatot, mert a vizekbe és az élőlények szervezetébe is egyaránt szivároghatnak káros vegyületek a műanyagokból. Tipikusan ilyenek a gyártás során használt toxikus vagy hormonháztartást zavaró anyagok (biszfenol-A, ftalátok és polibromozott-difenil-éter egészségkárosítók). Az adalékokban hordozott kockázaton túl kémiai tulajdonságuknál fogva ezek az anyagok képesek arra, hogy felületükön megkötődjenek a vizekben amúgy is jelen lévő szennyezőanyagokat (pl. policiklikus aromás szénhidrogének – PAH-ok, poliklórozott bifenilek, DDT), azok így a környezeti előfordulásuknál jóval koncentráltabb formában jutnak az élőlények szervezetébe.

A mikroműanyagok ráadásul már az élelmezésünkben is jelen vannak! Egymást érik a hírek a különböző termékekben megjelenő mikroműanyagokról (többek között sörökben, ivóvízben is kimutatták már a parányi plasztikokat). A mikroműanyagok problémája tehát beláthatatlan következményekhez vezethet a jövőben. A már meglévő műanyagszennyezés felszámolása – különös tekintettel annak természetére és mennyiségére – jelenleg nehezen elképzelhető.

A mikroműanyag-szennyezés megismeréséhez és a hatáselemzéshez további kutatásokra, illetve a fentebb leírt módon robusztus adatok gyűjtésére van szükség. Ezen anyagok

megfigyelését célszerű mihamarabb integrálni a hosszú távú monitoring programokba, így pl. az EU Víz Keretirányelvbe.

A sürgető kérdések megválaszolására Magyarországon is világszínvonalú eredményeket ígérő projekt indult: NKFIH-támogatásból mikroműanyag mintavételi és mintaalkotás módjainak fejlesztése zajlik a WESSLING Hungary Kft-nél.

A további szennyezés megelőzése érdekében csökkenteni kell a felhasználást, és növelni az újrahasználat és újrahasznosítás arányát. Világszerte már egyre több országban korlátozzák a műanyagszennyezéshez nagymértékben hozzájáruló műanyagzacskók (hivatalos elnevezéssel: vékony falú műanyag hordtáskák) használatát (pl. Kína, India). Az Amerikai Egyesült Államokban több államban (pl. Kalifornia és Hawaii) totális tiltást alkalmaznak. Olaszországban csak lebomló alapanyagból előállított bevásárlótáskák használhatók 2011-től. Idén már Franciaországban is törvény rendelkezik a műanyag zacskók használatának beszüntetéséről. A magyarországi felhasználásra is hatással lesz az EU 2015/720 irányelve, mely kötelezi a tagállamokat, hogy az elkövetkező években jelentősen csökkentsék a vékony falú (<50 µm vastagságú) műanyagzacskók felhasználását.

Ugyan az utóbbi intézkedések eredménykeltőek, a mikroműanyagok száma mégis évről évre jelentősen növekszik.

**BORDÓS GÁBOR
SZUNYOGH GÁBOR**