

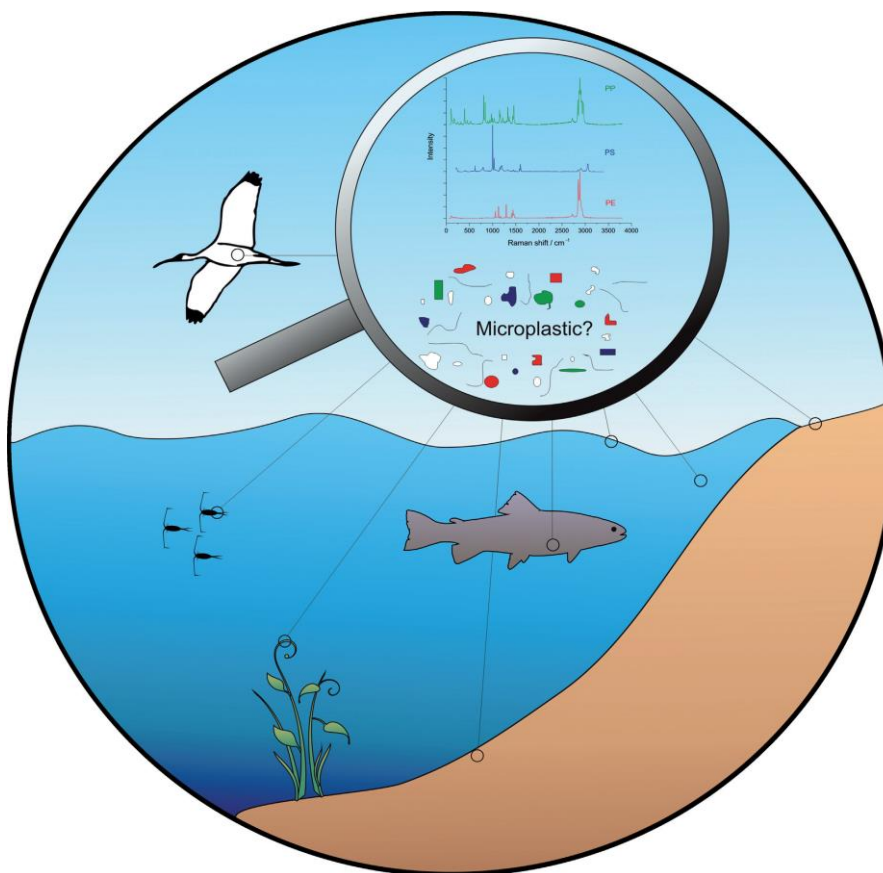
SEMINÁRNA PRÁCA Z EKOTOXIKOLÓGIE VODNÝCH EKOSYSTÉMOV (Bi7520)

TÉMA: MIKROPLASTY V SLADKOVODNÝCH EKOSYSTÉMOCH

Vypracoval: Marek Trojan

UČO: 423702

Mikroplasty sa v súčasnosti neustále častejšie spomínajú v spoločenských diskusiách a v minulosti neznámy pojem sa stáva rýchlo súčasťou ľudského povedomia. Ale čo vlastne mikroplasty presne sú a aká je príčina toho, že sa im venuje čoraz viac pozornosti?



Obr.1: Obrázkový diagram distribúcie mikroplastov vo vodnom prostredí a v jeho blízkosti (Ivleva et al., 2017)

Pre úplné vysvetlenie pojmu, mikroplasty sú fragmenty plastových častíc mikroskopických rozmerov, ktoré sú podľa všeobecnej dohody menšie, alebo rovné rozmeru 5 mm, hoci k nim často zaraďujú aj častice veľkosti 10 mm (Besseling et al., 2017; Ivleva et al.,

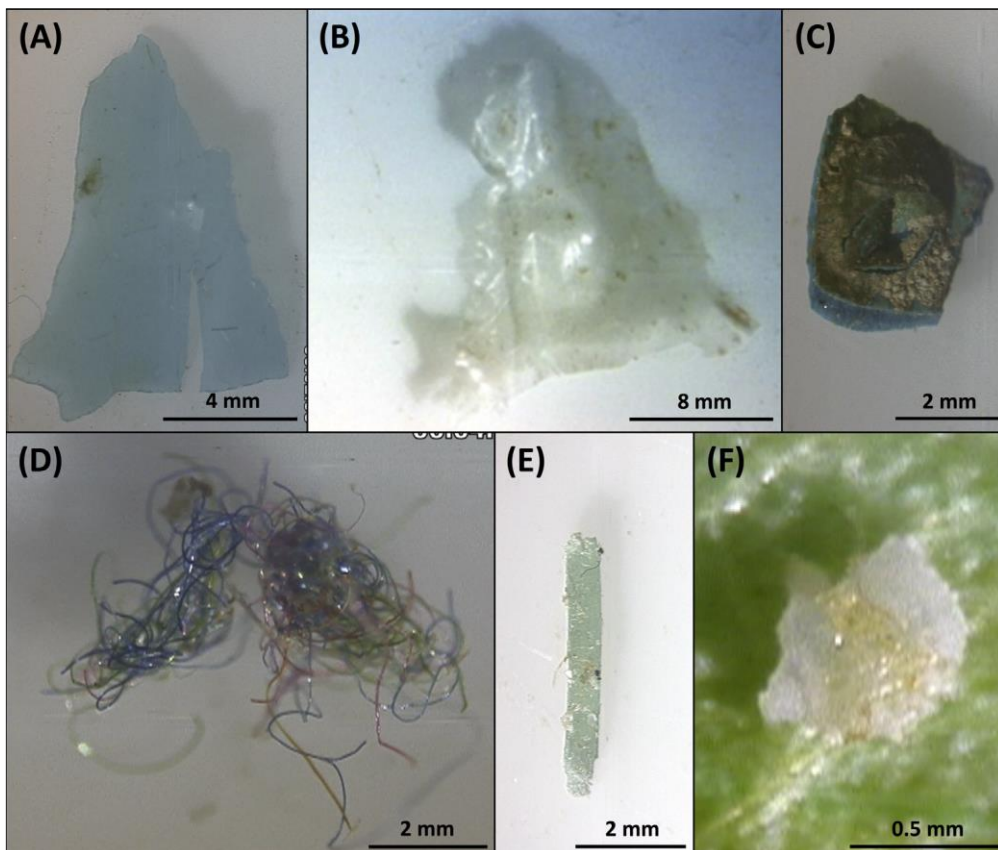
2017; Michielssen et al., 2016). Podľa Ivleva et al. rozdeľujeme mikroplasty podľa spôsobu vzniku na primárne a sekundárne. Primárne mikroplasty sú zámerne vyrobené mikroskopické plastické častice, používané napríklad v podobe čistiacich práškov v priemysle alebo v kozmetike. Medzi sekundárne mikroplasty zaraďujeme mikroskopické plastové častice vytvorené procesmi mechanického, fyzikálneho a biologického zvetrávania plastového odpadu uvoľneného do životného prostredia. Podľa poznatkov Michielssen et al., sa na základe chemickej štruktúry zaraďujú mikroplasty medzi častice syntetických plastov ropného pôvodu vytvorených metódami chemického spracovania petroleja (napr. polyetylén, polypropylén, polyester, nylon) a ich bioakumulačný potenciál narastá priamo úmerne so zmenšovaním rozmerov fragmentov.

Mikroplasty sa v súčasnosti rôznymi špecifickými transportnými cestami neustále transportujú nie len do zložiek životného prostredia (vody, pôdy) ale aj do tiel živých organizmov. Odôvodnené je to tým, že kvôli svojej malej veľkosti sa mikroplasty dostávajú do organizmov cez rôzne trofické levely, no najmä prostredníctvom ingescie morských a sladkovodných organizmov prenikajú priamo do tráviaceho systému, pričom za súbežného pôsobenia pastiersko-koristníckeho vzťahu ako základného hýbateľa potravinovej pyramídy v ekosystémoch majú mikroplasty potenciál sa aj zhromažďovať čoraz viac v organizmoch vo vyšších radoch potravinového reťazca (vo vodných aj suchozemských ekosystémoch) a tým pádom aj schopnosť sa magnifikovať vzostupne po línii potravinového reťazca podobne ako mnohé iné perzistentné organické polutanty (POPs) akými sú DDT, lindán a podobne. Čo je ešte horšie, mikroplasty, pôvodom vytvorené zo syntetických plastov, vo svojej štruktúre prirodzene obsahujú POPs, ako napríklad polychlorované bifenyly (PCBs), polyaromatické uhľovodíky (PAHs), rôzne toxické kovy, ale mnohokrát aj patogénne organizmy v podobe biofilmu na povrchu častice (Besseling et al., 2017; Ivleva et al., 2017).

V zhrnutí teda mikroplasty pôsobia škodlivo na ekosystém dvoma hlavnými spôsobmi. Jednak sú mechanickým, veľmi náročne degradovateľným odpadom neviditeľne rozptýlených častíc v životnom prostredí, ktorý preniká do živých organizmov bioakumulačnými a biomagnifikačnými procesmi, čo okrem iného môže znižovať a znefunkčňovať nutričnú výživu organizmu. Napríklad v akvatických testoch s *Daphnia magna* sa ukázalo, že požíranie častíc mikroplastov výrazne znížili schopnosť pozorovaného organizmu prijímať potravu, pričom najvýznamnejší vplyv na obmedzenie schopnosti prijímať potravu mali polystyrénové

častice o veľkosti 100 nm (Rist et al., 2017). Samotné mikroplasty ale plnia aj funkciu „nosičov“, kvôli ktorým sa biomagnifikačnými procesmi významne uľahčuje prenos a prienik perzistentných, karcinogénnych a toxických látok, ale taktiež aj patogénnych organizmov do vyšších konzumentov vrátane človeka

Vedecký dôraz doteraz venoval väčšiu pozornosť negatívnemu vplyvu plastov a mikroplastov na biodiverzitu v morských ekosystémoch, menšia pozornosť sa ale venuje osudu a vplyvu mikroplastov v sladkovodných ekosystémoch. V súčasnosti neexistujú certifikované postupy a techniky na to, aby sa dostatočne preskúmala úroveň zamorenia životného prostredia mikroplastmi. Je ale evidentné, že zamorenie mikroplastmi je veľmi rozsiahle a nadobudlo globálny charakter, pričom mikroplasty je možné nájsť aj na dne priepastí oceánov (Fischer et al., 2015), vode jazier či riek (Driedger et al., 2015; Lechner et al., 2014), ale aj v pôde (Qiu et al., 2016), pitnej vode (Dafne et al., 2015), či dokonca v kuchynskej soli (Karami et al., 2017).



Obr. 2: Fotografie častíc mikroplastov v podobe (A) fólie, (B) blany, (C) špongiozneho fragmentu, (D) vlákna, (E) paličky a (F) granule (Free et al., 2014)

Vzorkovanie mikroplastov vo vodách sa realizuje prostredníctvom použitia vzorkovacích sietí. Vodné vzorky sa odoberajú z povrchovej časti, strednej časti a z dnovej časti vodného objektu či vodného toku (Qiu et al., 2016). Obsah mikroplastov vo vode sa následne stanoví prostredníctvom dosadenia dĺžky a šírky vodnej plochy, cez ktorú prechádzala vzorkovacia sieť a vypočítania objemu vody, ktorý vzorkovacia sieť v danom úseku precedila. Celkový výsledok je potom vypočítaný v hodnote čiastočky (particle) na meter štvorcový (p/m^2) alebo meter kubický (p/m^3) (Qiu et al., 2016). Po odobratí vzoriek bývajú častice mikroplastov následne separované od prírodných častíc (kamienkov a piesku) na základe rozdielu hustoty za použitia separátora MPSS (Ivleva et al., 2017). Nasledujúcimi krokmi analýzy mikroplastov sú identifikácia a kvantifikácia. Mikroplasty stanovujeme viacerými druhmi analytických metód, medzi ktoré sa napríklad zaraďujú infračervená spektroskopia (IR) a ramanova mikrospektroskopia (RM) röntgenová spektroskopia EDX, termoanalytické metódy v kombinácii s hmotnostnou spektrometriou ako napríklad pyrolýzová plynová chromatografia (Py-GC/MS) alebo termálne desorpčná plynová chromatografia TDS-GC/MS (Ivleva et al., 2017). Používanějšími ale sú metódami kvalitatívnej analýzy FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy), micro-FTIR a ATR-FTIR (Ivleva et al., 2017; Qiu et al., 2016). Pre objektívnu interpretáciu výsledkov analýz je potrebné kombinovať a porovnávať výsledky meraní viacerých analytických metód.

Osud a správanie mikroplastov vo vodných ekosystémoch sa dá predikovať prostredníctvom určenia veľkosti častice, frekvencie kolízií s inými časticami (v závislosti od hustoty častice) a od schopnosti tvoriť agregáty (attachment efficiency) (Besseling et al., 2017). Existuje množstvo metód predikcie osudu mikroplastov vo vodnom prostredí, ktoré ale nie sú doposiaľ ničím regulované, hoci podľa Besseling et al., častice malej a strednej veľkosti (100 nm – 2 μ m) sa majú tendenciu transportovať do úmoria naprieč celým vodným tokom, pričom častice väčšej veľkosti (> 2 μ m) sa majú tendenciu sedimentovať vo vodno toku v podobe heteroagregátov. Častice mikroplastov bežne nadobúdajú podobu tenkej fólie či blany, vlákna, tyčinky, špongiózneho fragmentu alebo granule (pozri Obrázok 2) (Free et al., 2014). Akokoľvek, v súčasnosti neexistuje presne ucelená definícia mikroplastov, zato existuje veľké množstvo identifikačných a vzorkovacích metód. Preto je potrebné, aby sa medzinárodné orgány zaoberali problematikou ako harmonizovať a štandardizovať metódy stanovovania obsahu mikroplastov (Ivleva et al., 2017).

Napriek tomu sa uvedú informácie z niekoľkých štúdií, v ktorých sa vyhodnocoval monitoring mikroplastov v sladkovodných ekosystémoch. Napríklad podľa Lechner et al., sa každou sekundou vlieva z dolného toku Dunaja do Čierneho mora 48,2 g mikroplastov za sekundu, čo činí až 1533 ton mikroplastov za rok, pričom štúdia uvádza, že tieto čísla môžu byť vyššie, pretože sa v štúdií nemerali častice s veľkosťou menšou ako 450 μm . V štúdií podľa Leslie et al., zaoberajúcou sa obsahom mikroplastov v deltách holandských riek sa konštatuje, že morské odtoky riek sa v globálnej škále môžu reprezentovať ako „vzorkovače“ častíc mikroplastov prenášaných spádom po prúde rieky, pričom viac ako polovica (55%) obsahu mikroplastov v sedimentov v Severnom mori mala menšie rozmery ako 300 μm , hoci z odberov dvoch oblastí úmoria riečnych korýt (tzv. estuári) dominovali v sedimentoch častice mikroplastov väčších rozmerov (81%). Navyše štúdia Leslie et al. dodáva, že všetky odtoky z čistiarní odpadových vôd obsahujú častice mikroplastov čo svedčí o ich významnom vplyve na podporovaní kontaminácie vnútrozemských vodných tokov. V štúdiách Driedger et al. a Mason et al. sa spomína, že vo Veľkých kanadských jazerách a v jazeru Michigan je obsah častíc mikroplastov menších ako 1 mm v dominujúcom množstve, čo môže vážne ohroziť tamojšie vodné ekosystémy z dôvodu expozície voči perzistentným a toxickým látkam alebo baktériám.

Napriek týmto poznatkom sa ale súčasná situácia s plastickým zamorením nemusí považovať za nevyriešiteľnú. Riešení sa vynára hneď viac, aj keď v súčasnosti si naďalej vyžadujú neustále zdokonaľovanie a progresívny výskum. Jedným z najjednoduchšie realizovateľných spôsobov ako obmedziť uvoľňovanie plastov do životého prostredia je žiť podľa zásad takzvaného Zero-Waste princípu, ktorý sa vyznačuje čo najväčším obmedzovaním používania plastových výrobkov a obalov a tým elimináciou produkcie plastového odpadu (Singer, 2017). Taktiež je možné využívať plastový šrot na budovanie asfaltových ciest a tým eliminovať plastový odpad, ako to vykonáva firma MacRebur (Clay10, 2017). Podľa dostupných internetových zdrojov sa ale aj podarilo objaviť že pleseň druhu *Aspergillus tubingensis*, ktorý sám rozkladá plastový materiál (konkrétne polyester polyuretán) a premieňa ho na rozložiteľnú biomasu (Khan et al., 2017). Dokonca sa v súčasnosti začínajú využívať druhy plesní, ktorý svojimi vláknami dokážu za určených podmienok vytvoriť štruktúry vlastnosťami veľmi podobnými súčasným plastom, pričom sú ale za prírodných podmienok údajne stopercentne degradovateľné (Nalewicki, 2017). Je celkom jasné, že ľudstvo nebude schopné vylúčiť plasty z každodenného používania, kvôli ich mnohým

výhodným vlastnostiam. Preto namiesto uvedenia uceleného záveru nám asi len ostáva, aby sme si začali klásť tri dôležité otázky. Bude možné v blízkej budúcnosti nahradiť syntetické plasty výhradne materiálmi, ktoré sú prírodného pôvodu a stopercentne degradovateľné? Existuje spôsob ako degradovať syntetický plast za použitia živých organizmov? Ako môžeme my osobne prispieť k zníženiu zamorenia životného prostredia plastmi a mikroplastmi?

Použitá literatúra:

- Besseling, E., Quik, J.T.K., Sun, M., Koelmans, A.A., 2017. Fate of nano- and microplastic in freshwater systems: A modeling study. *Environ. Pollut. A*, 540–548. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.001>
- Clay10, C.L., 2017. MacRebur | The Plastic Road Company [WWW Document]. MacRebur Plast. Road Co. URL <http://www.macrebur.com/>
- Dafne, E.-M., Thompson, R.C., Aldridge, D.C., 2015. Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *ScienceDirect* 63–82. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.02.012>
- Driedger, A., Durr, H., Mitchell, K., Van Cappalen, P., 2015. Plastic debris in the Laurentian Great Lakes: A review. *J. Gt. Lakes Res.* 1, 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2014.12.020>
- Fischer, V., Elsner, N.O., Brenke, N., Schwabe, E., Brandt, A., 2015. Plastic pollution of the Kuril-Kamchatka Trench area (NW pacific) *SI*, 399–405. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2014.08.012>
- Free, C.M., Jensen, O.P., Mason, S.A., Eriksen, M., Williamson, N.J., Boldgiv, B., 2014. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Mar. Pollut. Bull.* 1, 156–163. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.06.001>
- Ivleva, N.P., Wiesheu, A.C., Niessner, R., 2017. Microplastic in Aquatic Ecosystems. *Angew. Chem., International edition* 7, 1720–1739. <https://doi.org/10.1002/anie.201606957>
- Karami, A., Golieskardi, A., Cheng, K.C., Larat, V., Galloway, T.S., Salamantinia, B., 2017. The presence of microplastics in commercial salts from different countries. *Sci. Rep.* 7. <https://doi.org/10.1038/srep46838>
- Khan, S., Nadir, S., Shah, Z.U., Shah, A.A., Karunarathna, S.C., Xu, J., Khan, A., Munir, S., Hasan, F., 2017. Biodegradation of polyester polyurethane by *Aspergillus tubingensis*. *Environ. Pollut.* 469–480. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.012>
- Lechner, A., Keckeis, H., Lumesberger-Loisl, F., Zens, B., Krusch, R., Tritthart, M., Glas, M., Schludermann, E., 2014. The Danube so colourful: A potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environ. Pollut.* 177–181. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.02.006>
- Leslie, H.A., Brandsma, S.H., van Velzen, M.J.M., Vethaak, A.D., 2017. Microplastics en route: Field measurements in the Dutch river delta and Amsterdam canals, wastewater treatment plants, North Sea sediments and biota. *Environ. Int.* 133–142. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.01.018>
- Mason, S.A., Kammin, L., Eriksen, M., Aleid, G., Wilson, S., Box, C., Williamson, N., Riley, A., 2016. Pelagic plastic pollution within the surface waters of Lake Michigan, USA. *J. Gt. Lakes Res.* 4, 753–759. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2016.05.009>
- Michielssen, M.R., Michielssen, E.R., Ni, J., Duhaime, M.B., 2016. Fate of microplastics and other small anthropogenic litter (SAL) in wastewater treatment plants depends on

- unit processes employed. *Environ. Sci. Water Res. Technol.* 6, 1064–1073.
<https://doi.org/10.1039/c6ew00207b>
- Nalewicki, J., 2017. Is Fungus the Material of the Future? r [WWW Document].
Smithsonian.com. URL <https://www.smithsonianmag.com/innovation/fungus-material-future-180962791//ezvejz/the-fungus-that-could-replace-plastic>
- Qiu, Q., Tan, Z., Wang, J., Peng, J., Li, M., Zhiwei, Z., 2016. Extraction, enumeration and identification methods for monitoring microplastics in the environment. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.04.012>
- Rist, S., Baun, A., Hartmann, N.B., 2017. Ingestion of micro- and nanoplastics in *Daphnia magna* - Quantification of body burdens and assessment of feeding rates and reproduction*. *Environ. Pollut.* 398–407.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.05.048>
- Singer, L., 2017. Trash is for Tossers [WWW Document]. Trash Tossers. URL
<http://trashisfortossers.com/>