

podzim 2015

Mikroplasty v akvatických ekosystémech

Seminární práce



Martina Bílková

EKOTOXIKOLOGIE VODNÍCH EKOSYSTÉMŮ

Mikroplasty, tedy drobné plastové částice do velikosti 5 mm, a jejich potenciální nebezpečí, se stále více diskutuje v odborných i veřejných kruzích. Větší pozornost je věnována mořským ekosystémům, přitom jedním z hlavních zdrojů plastového odpadu, který se dostává do oceánů, jsou řeky či jiné sladkovodní biotopy. Nebezpečnost mikroplastů tkví v jejich malé velikosti. Jednak si je organismy často spletou s přirozenou potravou či je konzumují nepřímo přes kořist, jednak svým relativně velkým povrchem umožňují adsorpci nebezpečných látek a patogenů či toxické látky v sobě přímo obsahují.

Mikroplasty ve sladkých vodách se doposud nevěnuje mnoho studií. Provedené výzkumy však analogicky odpovídají výsledkům studií prováděných v mořských ekosystémech.

Plasty a plastový odpad

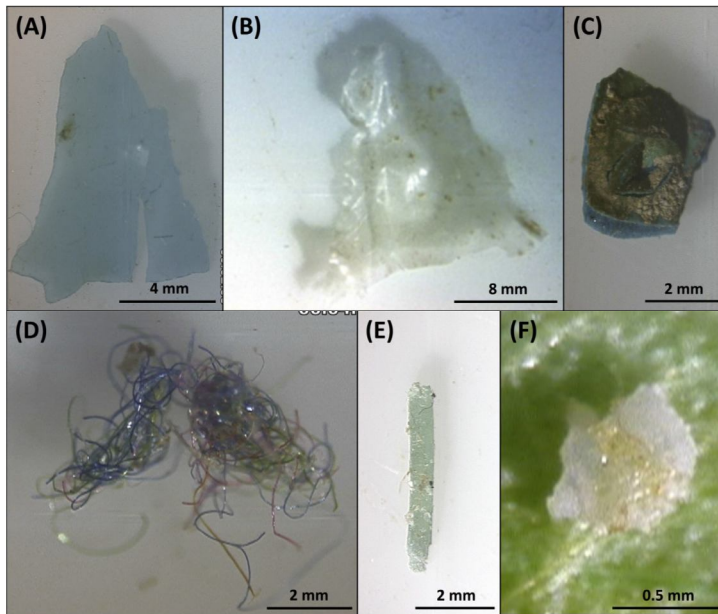
Plasty jsou syntetické nebo polosyntetické polymery, které se vyznačují plasticitou (dají se tvarovat do různých podob). Výhodou (z pohledu výrobce i spotřebitele) je jejich relativní tepelná odolnost, pružnost či pevnost. V současné moderní době je vyráběno stále více plastů¹⁷ a s rostoucím množstvím se častěji ptáme, co následně s plastovým odpadem dělat. Bohužel ne všechny plastové výrobky se dají např. recyklovat a končí často na skládkách či jsou využity jako zdroj energie ve spalovnách. Nehospodárnost a lhostejnost lidí vede k tomu, že stále více odpadů, včetně těch plastových, končí pohozených v přírodě. Pokud se odpady dostanou do vod, ať už do řek či jezer nebo až do moří a oceánů, přicházejí bezprostředně do kontaktu s živými organismy a ovlivňují tak celý akvatický ekosystém.

Plastový odpad se rozděluje podle velikosti do čtyř skupin¹:

- I. na makroplasty (>25 mm)
- II. na mesoplasty (5–25 mm)
- III. na mikroplasty (20 µm–5 mm)
- IV. na nanoplasty (<20 µm).

Mikroplasty pak dále dělíme na velké mikroplasty (1–5 mm) a malé mikroplasty (20 µm–1 mm). Podle původu dělíme mikroplasty na primární, které jsou produkovány jako takové, např. jako součást kosmetických a čistících přípravků (tzv. microbeads), a sekundární, vznikající z větších kusů plastů, např. činností UV záření či mechanickým narušováním (vlnobití, zvětrávání apod.). Z chemického hlediska se jedná zejména o polyethylen (HDPE i

LDPE), polyethylen tetraftalát (PET), polypropylen (PP), polystyren (PS) či polyvinylchlorid (PVC). Mikroplasty se také liší svým tvarem (kulaté či hranaté fragmenty, granule, vlákna či zrnka, Obr. 1²).



Obrázek 1: Příklady plastového odpadu nalezeného v jezeru Hovsgol v Mongolsku.² A: fragment, B: fólie, C: pěna, D: vlákno, E: tenká šňůra, F: granule.

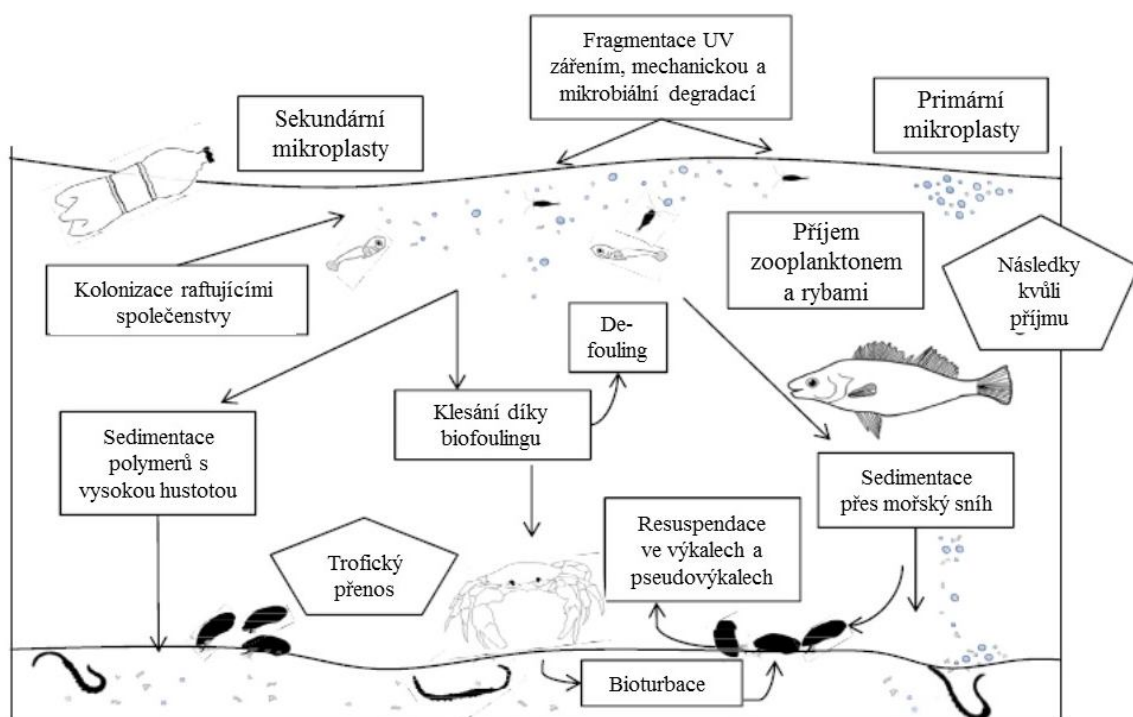
Zdroje mikroplastů a jejich vstupy do sladkovodního prostředí

Zdroji primárních mikroplastů jsou v první řadě čistící a kosmetické produkty, které obsahují plastové částice (polyethylenové, polypropylenové a polystyrenové).³ Anglicky se označují „microbeads“ a jsou to částice velké 0,5–500 μm . Do řek se dostávají hlavně odpadní vodou z domácností. I když tato voda projde přes čistírnu odpadních vod, není tohoto materiálu zcela zbavena.⁴ Dalším zdrojem primárních mikroplastů jsou průmyslové plasty (prášek nebo granule ze syntetické pryskyřice, surový materiál používaný k výrobě plastových výrobků). Sekundární mikroplasty, které vznikají rozpadem větších plastů, se do vod dostávají např. s odpadní vodou z domácností či prádeln u oblečení ze syntetických materiálů (např. fleece) či vznikají přímo v prostředí degradací makroplastů.³ Mikroplasty se do vod mohou dostat i splachem z okolní krajiny (např. přes kal z čistíren odpadních vod, který se využívá v zemědělství jako hnojivo¹, atmosférickým spadem⁵, lodní dopravou či rybářstvím.¹

Množství mikroplastů ve vodním prostředí je kromě fyzikálních faktorů umožňujících šíření tohoto odpadu ovlivněno především hustotou osídlení vztahenou k velikosti vodního tělesa, vzdáleností vodního prostředí od lidských sídel, velikostí tělesa a dobou zdržení, efektivností odpadového hospodářství a množstvím odpadní vody vtékající do recipientu.³ Přitom např. absence odpadového hospodářství v oblasti může výrazně navýšit množství odpadu, které se dostane do vodního prostředí. Příkladem může být jezero Hovsgol v Mongolsku v málo obydlené oblasti, kde se zjistilo, že je plasty znečištěné více než Huronské a Hořejší jezero v Kanadě a USA.² Čistírny odpadních vod jsou sice schopné zachytit část mikroplastů, ale ve „vyčištěné“ vodě se stále určité množství částic nachází.⁵

Mikroplasty a jejich interakce s vodní biotou

To, kde ve vodním sloupci se částice mikroplastu nachází, bude rozhodovat o její biodostupnosti. Organismy obývající horní vrstvu (např. planktonofágové) budou ovlivněny především plasty s nižší hustotou (např. polyethylen), zatímco plasty s vyšší hustotou (např. polyvinylchlorid) budou dostupné organismům žijícím na dně (např. detritofágové).⁶ Daná částice však může být dostupná organismům v různé hloubce v různý čas, hovoříme pak o jakémsi cyklu. Ten je pak ovlivněn biologickými interakcemi (Obr. 2, 3). Samozřejmostí je přenos mikroplastů celým potravním řetězcem.¹⁶



Obrázek 2: Potenciální cesty pro transport mikroplastů a jejich biologické interakce.⁶

Biofouling=akumulace mikroorganismů, rostlin, řas či živočichů na povrchu (např. biofilm, přisedlé organismy).

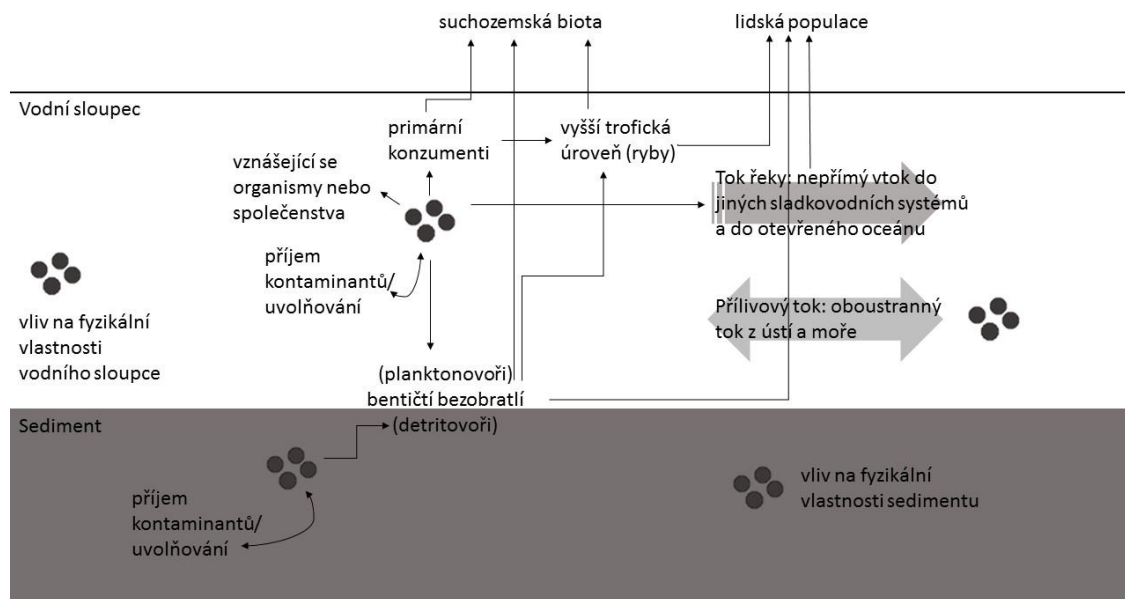
Pseudovýkaly (pseudofaeces)=potenciální potrava, kterou ale živočich nenechá projít trávicím traktem a rovnou ji vyloučí (známé u mlžů).

Mořský sníh (marine snow)=především organický materiál, který kontinuálně klesá vodním sloupcem.

Bioturbace=narušování sedimentu činností živých organismů (např. zavrtávání se, hrabání, vytváření chodbiček).

Každá plastová částice ve vodním prostředí představuje nový prostor k osídlení a je proto velmi rychle obsazena organismy. Společenstvo bakterií na takové částici bývá jinak diverzifikované a má odlišné taxonomické složení než společenstvo na přirozených substrátech.⁷ Převažují organismy rozkládající plasty a také patogeny (např. *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Arcobacter*). Mikroplasty tedy mohou sloužit i jako vektor těchto organismů, včetně invazivních druhů.^{7, 8}

Na základě poznatků přímo z terénu i z laboratorních výzkumů byl prokázán příjem mikroplastů u alespoň 16 sladkovodních či brakických živočichů.³ Příkladem může být výzkum populací hrouzka obecného ve francouzských řekách, kdy u 12 % jedinců byly v trávicím traktu nalezeny mikroplasty.⁹ Právě kvůli malé velikosti mikroplastů dochází k záměně s přirozenou potravou (nejvíce studií je z mořských ekosystémů, např. u korálů¹⁰ nebo planktonních organismů.^{11, 12} Příjem mikroplastů pak může danému jedinci způsobit různé problémy: poranění vnitřních orgánů, přerušení průchodnosti trávicí trubice, stres nebo poškození organismu přes chemické látky, které jsou buď na mikroplastech uchycené (těžké kovy, polycyklické aromatické uhlovodíky, endokrinní disruptory) či jsou obsažené přímo v plastech (bisfenol A, ftaláty). Všechna tato poškození či působení toxických látek často vedou ke snížení fitness jedince až k úhynu.³ Ve srovnání s makroplasty mají mikroplasty větší povrch, takže jsou schopné adsorbovat vyšší množství škodlivých látek, což jen podtrhuje jejich nebezpečnost.¹³



Obrázek 3: Potenciální cesty přenosu mikroplastů ve sladkovodním ekosystému.³

Mikroplasty a člověk

Jak píše Mendoza & Jones: „Znečištění mikroplasty je všudypřítomné a nebezpečné.“¹³ A nejsou nebezpečné pouze pro vodní organismy, ale i pro člověka. Ještě se neví o potenciálních účincích mikroplastů jako takových na lidské zdraví, ale už jen to, že jsou schopné adsorbovat či uvolňovat různé toxické látky, u kterých se již prokázal negativní vliv, je alarmující a je třeba tomu věnovat pozornost.

V Číně testovali na přítomnost mikroplastů kuchyňskou sůl a bylo zjištěno, že všechny vzorky soli (jak mořské, tak jezerní či kamenné) obsahovaly částice mikroplastů (hlavně fragmenty a vlákna), nejčastěji polyethylen tereftalát (PET), polyethylen (PE) či celofán (CP).¹⁴ Mikroplasty (zejména vlákna pocházející nejspíš ze syntetického oblečení) byly zjištěny i v německé minerální vodě a pivu.¹⁸ Také u mlžů komerčně pěstovaných pro lidskou spotřebu (slávky jedlé a ústřice velké) byla prokázána přítomnost mikroplastů.¹⁵

Řešení problému s mikroplasty

Výzkumy posledních let ukazují, že mikroplasty jsou opravdu všude. Pravděpodobně již není možné je z vodních ekosystémů zcela odstranit, proto je kladen důraz na prevenci, tedy aby se do vod již žádné plastové odpady nedostávaly.

Na

konci

listopadu

(23. –24. 11.) roku 2015 se v Německu v Kolíně nad Rýnem konala konference „Microplastic in the Environment - Sources, Impacts & Solutions“ (Obr. 4). Své příspěvky k problematice představilo více než 30 odborníků.¹⁹ Cílem bylo především identifikovat zdroje mikroplastů končících ve slaných i sladkých vodách, diskutovat jejich vliv na organismy včetně člověka a navrhnout řešení problému s mikroplasty či jakým způsobem omezit přísun tohoto typu odpadů do vod.

Obrázek 4: Logo konference „Microplastic in the Environment - Sources, Impacts & Solutions“.¹⁹

Problematika mikroplastů se stále více dostává i do povědomí veřejnosti. Např. kampaň „Beat the Microbead“ proti mikrokuličkám v kosmetických výrobcích zahájená v Nizozemsku běží od roku 2012 a již se k ní připojilo téměř 80 organizací z 35 zemí (včetně Polska, Německa či Rakouska).²⁰ Na základě této kampaně některé firmy již upustily od používání mikrokuliček ve svých produktech nebo alespoň přislíbily do daného roku přestat s jejich používáním.

A jak my sami můžeme snížit množství mikroplastů končících v akvatických ekosystémech? (podle Gregga Treinishe)²¹:

- nekupovat přípravky s tzv. mikrokuličkami (microbeads)
- prát fleecové a další syntetické oblečení méně často
- zvážit nákup filtru do pračky
- používat méně plastů, např. omezit nákupní tašky
- podpořit zákaz prodeje výrobků s mikrokuličkami ve státě, ve kterém žijeme.



Reference

- (1) WAGNER M., SCHERER C., ALVAREZ-MUÑOZ D., BRENNHOLT N., BOURRAIN X., BUCHINGER S., FRIES E., GROSBOIS C., KLASMEIER J., MARTI T., RODRIGUEZ-MOZAZ S., URBATZKA R., VETHAAK A D., WINTHER-NIELSEN M. & REIFFERSCHIED G. 2014: Microplastics in freshwater ecosystems: what we know and what we need to know. *Environmental Sciences Europe* **26**: 12.
- (2) FREE C. M., JENSEN O. P., MASON S. A., ERIKSEN M., WILLIAMSON N. J. & BOLGIV B. 2014: High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin* **85 (1)**: 156–163.
- (3) EERKES-MEDRANO D., 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. *Water Research* **75**: 63–82.
- (4) FENDALL L. S. & SEWELL M. A. 2009: Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin* **58**: 1225–1228.
- (5) DRIS R., GASPERI J., ROCHER V., SAAD M., RENAULT N. & TASSIN B. 2015: Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris. *Environmental Chemistry* **12 (5)**: 592–599.
- (6) WRIGHT S. L., THOMPSON R. C. & GALLOWAY T. S. 2013: The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution* **178**: 483–492.
- (7) MCCORMICK A., HOELLEIN T., MASON S. A., SCHLUEP J. & KELLY J. J. 2014: Microplastic is an abundant and distinct microbial habitat in an urban stream. *Environmental Science & Technology* **48**: 11863–11871.
- (8) DERRAIK J. G. B. 2002: The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin* **44**: 842–852.
- (9) SANCHEZ W., BENDER C. & PORCHER J.-M. 2014: Wild gudgeons (*Gobio gobio*) from French rivers are contaminated by microplastics: Preliminary study and first evidence. *Environmental Research* **128**: 98–100.
- (10) HALL N. M., BERRY K. L. E., RINTOUL L. & HOOGENBOOM M. O. 2015: Microplastic ingestion by scleractinian corals. *Marine Biology* **162 (3)**: 725–732.
- (11) COLE M., LINDEQUE P., FILEMAN E., HALSBAND C., GOODHEAD R., MOGER J. & GALLOWAY T. S. 2013: Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science & Technology* **47**: 6646–6655.
- (12) KAPOS I. K. L., MOS B., KELAHER B. P. & DWORJANYN S. A. 2014: Ingestion of microplastic has limited impact on a marine larva. *Environmental Science & Technology* **48**: 1638–1645.
- (13) MENDOZA L. M. R. & JONES P. R. 2015: Characterisation of microplastics and toxic chemicals extracted from microplastic samples from the North Pacific Gyre. *Environmental Chemistry* **12 (5)**: 611–617.
- (14) YANG D., SHI H., LI L., LI J., JABEEN K. & KOLANDHASAMY P. 2015: Microplastic Pollution in Table Salts from China. *Environmental Science & Technology* **49**: 13622–13627.

(15) VAN CAUWENBERGHE L. & JANSSEN C. R. 2014: Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution* **193**: 65–70.

(16) SETÄLÄ O., FLEMING-LEHTINEN V. & LEHTINIEMI M. 2014: Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental Pollution* **185**:77–83.

Internetové zdroje:

(16) http://www.plasticseurope.org/documents/document/20150227150049-final_plastics_the_facts_2014_2015_260215.pdf

(18) <http://www.nwoo.org/2015/05/10/mikroplast-v-mineralni-vode-a-pivu/>

(19) <http://microplastic-conference.eu/>

(20) <http://www.beatthemicrobead.org/en/>

(21) <http://voices.nationalgeographic.com/2015/08/10/fleece-to-food-explorer-gregg-treinish-on-microplastics/>