

SAMENVATTING

TOWARD A RISK-BASED ASSESSMENT OF MICROPLASTIC POLLUTION IN MARINE ECOSYSTEMS (RESPONSE)

Context

RESPONSE integreert expertise op het gebied van oceanografie, milieuchemie, ecotoxicologie, experimentele ecologie en modellering om belangrijke onderzoeksvragen te beantwoorden over het lot en de biologische effecten van microplastics (MP's) en nanoplastics (NP's) in mariene ecosystemen.

Doelstellingen

Het algemene doel van RESPONSE is de ontwikkeling van een kwantitatief 'Weight Of Evidence' (WOE) model voor MPs en NPs in het mariene milieu. Het model zal ontworpen worden om gegevens uit een reeks bewijslijnen te integreren en differentieel te wegen, waaronder (1) de aanwezigheid van MPs en NPs in de waterkolom en sedimenten, (2) hun biologische beschikbaarheid en bioaccumulatie in belangrijke indicatorsoorten van benthische en planktongemeenschappen, (3) subletale effecten gemeten via biomarkers, (3) het optreden van chronische schadelijke effecten op organismenniveau en (4) ecologisch functioneren. Het algemene doel wordt bereikt door de samenstellende doelstellingen:

- **het verwerven van nieuwe kennis over de ruimtelijke en temporele distributie van MP's en NP's** in mariene systemen, waarbij causale verbanden worden onderzocht tussen het voorkomen ervan in de waterkolom, sedimenten en biota.
- **het bieden van een kwantitatieve "Weight Of Evidence" (WOE) benadering en model** voor het beoordelen van de potentiële impact van MPs in het mariene milieu.
- **om een verspreide analytische Smart Hub op te zetten**
- **om het publiek bewust te maken** van het ecologische risico van MP's en NP's.

Methodologie

Het verband tussen oceanografische omstandigheden, milieudistributie van MPs en NPs, trofische overdracht en impact op pelagische voedselwebben en benthische gemeenschappen wordt onderzocht door hun abundantie en typologieën in representatieve mariene soorten te analyseren, evenals relevante ecosysteemfuncties en -diensten. Innovatieve mesokosmos- en laboratoriumstudies maken validatie van wegingsfactoren en toxicologische drempelwaarden voor MP's en NP's mogelijk. De aanpak beoordeelt de rol van grootte, vorm en andere polymeercharacteristieken in het moduleren van biologische effecten van deeltjes, zowel alleen als in combinatie met andere milieustressoren.

Resultaten, besluiten en aanbevelingen, per werkpakket

WP1: Monitoring van MP's in Europese kustgebieden.

Er werden monsters genomen in de Adriatische Zee, de Tyrreense en Ligurische kust, de westelijke Middellandse Zee, Zuid- en NW-Portugal, het noordoostelijk deel van de Atlantische Oceaan, de Noordzee en de Oostzee. De resultaten van organismen verzameld langs de Adriatische kust lieten

bijvoorbeeld zien dat 23% van de geanalyseerde exemplaren maximaal 2 MP items had ingenomen. Bijna alle organismen waren positief voor de inname van microvezels, voornamelijk van natuurlijke oorsprong.

WP2: Biologisch lot van MP's en NP's.

Om de opname, compartimentering en effecten van MP's in mariene organismen te evalueren, werden onderzoeken met larven en volwassen mosselen, efyrae van kwallen, volwassen roeipootkreeftjes, larven van pekelkreeftjes en medaka uitgevoerd met MP's, NP's en microvezels (MF's) van synthetische, natuurlijke en biocompatibele oorsprong. De resultaten toonden een verschillende accumulatiesnelheid van verschillende polymeren in verschillende mariene organismen: polyamide-MF's werden geaccumuleerd in de spijsverteringsklier van volwassen mosselen, terwijl er geen accumulatie werd waargenomen voor polyester- en katoenvezels. De larven van pekelkreeftjes namen MP's op die afkomstig waren van zowel doppen als biocompatibele polymeren (PVDF), terwijl kwallen en roeipootkreeftjes dergelijke deeltjes niet inwendig opnamen. Roeipootkreeftjes verwierpen 80% van de MP's nadat ze deze met hun monddelen hadden aangeraakt. Biologisch afbreekbare polymeren hoopten zich op in het weefsel van medaka. Blootstelling aan NP's induceerde cytotoxiciteit in de verschillende hemocyt-subpopulaties van mosselen.

WP3: Biomarkers in het ecologisch risico van MPs

De effecten van MP's, NP's en MF's in mariene organismen werden geëvalueerd met behulp van een reeks biologische reacties, waaronder moleculaire, biochemische en cellulaire parameters. Laboratoriumexperimenten met blootstelling van mediterrane mosselen aan MF toonden veranderingen in het immuunsysteem, enige verstoring van het antioxidantensysteem, het begin van cellulaire veranderingen en het ontbreken van oxidatieve schade aan DNA. Blootstelling van mediterrane mosselen, zoetwatermosselen en zebravisembryo's aan polystyreen (PS) NP's resulteerde in negatieve effecten op membranen van subcellulaire organellen, enige modulatie van het antioxidantensysteem, veranderingen in de filtratiesnelheid en energieproductie en het begin van genotoxische schade.

WP4: Bioassays voor ecologisch risico van MP's/NP's

Met behulp van bioassays met zee-egelembryo's en mosselen werd een matige toxiciteit van biologisch afbreekbare commerciële kunststoffen en in het veld verzamelde percolaten van kunststoffen waargenomen. Er werden veranderingen in het gedrag en de zwemsnelheid van organismen waargenomen bij zee-egelembryo's die werden blootgesteld in langetermijnexperimenten met NP's-MP's, terwijl er geen ontwikkelingsveranderingen werden waargenomen bij medaka die werden blootgesteld aan percolaten van bandenslijstofdeeltjes (TWP). TWP-percolaten waren toxisch voor vijf soorten roeipootkreeftjes en drie soorten fytoplankton. Uitlogingsproducten van in het veld verzamelde en gemicroniseerde MP's beïnvloedden de pulsatiefrequentie van kwallen, terwijl geen immobiliteit, verandering in pulsatiefrequentie of zwemgedrag werd waargenomen bij pekelkreeftjes en bij kwallen die werden blootgesteld aan een biocompatibel polymeer. De toxiciteit van MP's voor roeipootkreeftjes nam toe bij verhoogde lichtintensiteit en hoge temperatuur.

WP5: Effecten van MPs op ecologisch functioneren.

De effecten van verweerde microplastics op micro- en meso-zoöplanktongemeenschappen in de Oostzee werden onderzocht in mesokosmosen. De rol van mosselbanken op MPs-verrijking en -fluxen in waterkolom en sediment werd bestudeerd door bemonstering van een natuurlijk rotsrif met mosselen, water en sediment in de Oostzee. Een studie naar de rol van algen in de distributie en biobeschikbaarheid van MPs langs de kust werd uitgevoerd in de Conero Riviera (Centraal-Adriatische Zee); alle onderzochte algensoorten (*Cystoseira compressa*, *Gongolaria barbata* en *Ulva lactuca*) vingen MPs op afhankelijk van de bemonsteringsperiode. Vezels waren de dominante vorm (98%) en polyester was het meest voorkomende polymeer. De hoogste concentratie van 3,8 MP/g w.w. werd gemeten in *Gongolaria barbata* in april en de meeste MP's vielen in de grootteklasse 1-3 mm.

WP6: Weight Of Evidence (WOE)-model voor MP's.

Er werd een kwantitatief Weight Of Evidence (WOE)-model ontwikkeld om verschillende soorten gegevens (lines of evidence, LOE's) te integreren. De LOE's evalueren de kenmerken van MP's en NP's die worden geëxtraheerd in water, sedimenten en biota, met inbegrip van verblijftijden/opnametijden, biologische beschikbaarheid van (de)gesorbeerde contaminanten, synergie met andere stressoren, modulatie van chronische effecten op cellulair, organisme- of gemeenschaps-/ecologisch niveau. De ontwikkeling van wiskundige algoritmen en logische stroomschema's werd gevalideerd met gegevens van alle partners.

WP7: "Smart Hub" van analytische faciliteiten.

Conventionele en innovatieve methoden werden vergeleken voor de karakterisering van MP's en NP's als functie van de deeltjesgrootte, vorm en polymeertype. Tot de conventionele methoden behoorden fluorescentiekleuring, confocale microscopie, omgevings-SEM, dynamische lichtverstrooiing, coulter telling, flowcytometrie, FTIR en Raman spectroscopie. De meer innovatieve technieken waren onder andere scanning elektronenmicroscopie, small angle röntgenverstrooiing en hyperspectrale microscopie.

WP8: Communicatie en verspreiding.

De online aanwezigheid van RESPONSE werd in november 2020 gevestigd door de creatie van de website (<https://www.response-jpioceans.eu/>) en accounts voor sociale media. Er werd een brochure uitgebracht die via de projectwebsite kon worden gedownload. Er werden drie nieuwsbrieven gepubliceerd via de projectwebsite en sociale mediakanalen. Er werden twee workshops georganiseerd en factsheets gemaakt.

In het algemeen ondersteunt het model van de bewijskracht, gevalideerd op basis van RESPONSE-gegevens, een "locatiegericht" proces voor het monitoren van de gevaren van MP's/NP's en een eenvoudige en transparante vergelijking van verschillende mariene milieus. De geïntegreerde aanpak is relevant voor het ontwerpen van monitoringprotocollen en beheerstrategieën.

Trefwoorden: bewijskracht, gevaar, microplastic, nanoplastic, zee