

Toksikologen

Fagbladet frå toksikologi-seksjonen

Norsk Selskap for Farmakologi og Toksikologi



Kveldstur i Valldalen, Røldal. Foto: Thomas Aga Legøy

Redaksjonens røyst

Me i redaksjonen vil ynskja alle eit godt nytt år. Me håpar at dette nye året vil by på mange nye moglegheiter med spanande prosjekt og mykje forskingsmidlar. I tillegg så håper me så klart på mange gode resultat for den pågåande forskinga.

No nærmar vintermøtet på Beitostølen seg, og me ser fram til å høyra meir om spanande tema som perfluorerte forbindingar og risikovurdering. Me håper at me får treffa mange av våre lesarar på denne unike arenaen for sosialisering med med-toksikologar.

Vintermånadane har vel for mange byrja noko fuktigare og mildare enn ein ynskjer, men i det siste så har kulda slått inn. Dette er vel kanskje noko som gjeld spesielt for oss på Vestlandet. For dei som gjerne sit med litt gamle bustader kan dette by på utfordringar. Mykje nedbør kan føre til fukt i hus, og kulden vil føre til at dette ikkje vil tørke opp. Dette kan vera vanskeleg å oppdage, då det kan vera inn i veggjar, og over tid føre til fuktskadar og utbrot av muggsopp. Muggsopp er mange sin store

frykt, og noko som blir vidare utgreia av Komlavi Anani Afanou som er postdoc ved STAMI.

Tidlegare i haust gjennomførte toksikologiseksjonen til NSFT eit haustmøte med tema om mikroplast, eit tema som Toksikologen har diskutert tidlegare. Me fortsetter med dette aktuelle temaet med eit innlegg frå Amy Lusher og Inger Lise Nerland Bråte frå NIVA som skriv om økotoksikologiske effektar av mikroplast. Dette temaet vart også presentert på haustmøtet.

I tillegg har me fått inn eit fint innlegg av ein tidlegare masterstudent ved NTNU, Ingrid Kvinge Jørgensen. Ho skriv litt om masteroppgåva si og sin tid i Arktis.

Intervju-stafettpinnen gjekk denne gangen vidare til Martin Wagner, som fortel om arbeid sitt med plast og human helse.

Me i redaksjonen håper på å få mange nye lesarar, i tillegg til skribentar til Toksikologen i det nye året.

Venleg helsing



Thomas Aga Legøy

Redaktør

Innholdsfor-teikning

Interview with Martin Wagner	4
Muggsopp-fragmenter og -sporer: egenskaper og helseeffekter	7
Økotoksikologiske effekter av mikroplast	11
Lab omringet av isfjell	17
Redaksjonen og styret	20
Vedtekter for Seksjonen for Toksikologi	21



Interview with Martin Wagner

**Førsteamanuensis, Onsager fellow,
Institutt for biologi ved Norges
teknisk-naturvitenskapelige
universitet (NTNU)**

Foto: NTNU

You are one of the researchers in the Onsager Fellowship Programme at NTNU, can you tell us about your background, and what it is like to be a part of this program?

It's great being part of the Onsager program, which NTNU uses to promote excellence in selected research areas, environmental toxicology being one of them. As there are many inspiring people with a very broad expertise in NTNU's ENVITOX group, that provided a strong motivation for me to move from Frankfurt am Main in Germany to Trondheim. Before coming to Norway, I headed the Bioanalytical toxicology group at Goethe University with a focus on using *in vitro* bioassays to characterize the toxicity of complex environmental samples, such as wastewater or leachates from plastic products. We also spearheaded – and still do – the research on the impacts of microplastics on freshwater ecosystems.

At NTNU you are working with plastics and effects on the environment and

human health. Can you explain a bit more what you are doing in this project?

We are living in the so-called plastic age and the problems associated with synthetic polymers are highly complex, both from a scientific and a societal perspective. This is why we approach the challenge holistically. We investigate the abundance and sources of microplastics in large rivers to generate knowledge on the exposure side of the story. Likewise, we investigate the toxicity of chemicals leaching from plastic products, such as baby toys and food packaging. Combining biological tools with chemical analysis, we aim at identifying novel toxicants. As we all are in close contact with plastics in our everyday lives, this is relevant for the human exposure aspect. On the impact side of the story, we investigate the toxicity of microplastics in a broad range of freshwater invertebrates, from standard models like *Daphnia magna* and *Chironomus riparius* to non-model species, including freshwater bivalves and gastropods. We have also performed long-

term, outdoor mesocosm studies to study the fate and effects of microplastics on a more ecological scale.

Have you got some interesting results that you want to share?

We have just published a study in which we demonstrate that microplastics do not adversely affect the freshwater amphipod *Gammarus pulex*, even at very high concentrations. I believe it is important that we come forward and publish our “negative results” instead of leaving it in the drawer because we need to counter the current publication bias. These results notwithstanding, I am certain that plastic pollution represents a major challenge. In a transdisciplinary project, we are working with social scientists and I am constantly amazed on how the plastics issue resonates in the society, especially social media. There is a lot of public pressure to act and this is good news because it forces us to make our economy more sustainable.

You have published the book “Freshwater Microplastics – Emerging Environmental Contaminants?”, can you tell us a bit about the background for the book?

Basically, we were not happy that plastic pollution was perceived as only a problem in the oceans, even by fellow scientists. About 80 % of the plastic litter has land-based sources, so why should it end up in the marine systems, exclusively? I find it very simplistic to look at rivers and lakes, which are beautiful and complex systems in themselves, just as pipes transporting litter to the ocean. In very early studies we did in 2012, we found microplastics in all the river

sediments we looked at. Since then, we are working to advance the research on freshwater microplastics. The book is now summarizing the state of the science on this. While there are still many knowledge gaps, especially on the ecological impacts, we have made good progress in understanding the issue.

What made you interested in toxicology and in plastics/microplastics?

Coincidence. Very early in my career I unexpectedly found endocrine disrupting chemicals in mineral water, part of it leaching from the plastic packaging, the bottle. The following paper caught a lot of public attention, which taught me that toxicology and plastics are highly relevant for society in general as well as public health and the environment specifically. Working to improve both is a strong motivator for me.

Can you describe a typical working day?

Getting up not too early (still coping with the darkness), walking to NTNU trying not to slip (still coping with the ice) and then it's a regular day in the life of an academic: supervising students, teaching, managing the lab, writing papers and proposals. Those are great tasks but the best days are the ones on which I find time to actually read a lot. I feel, reading papers often falls short in the packed days.

What do you like to do in your spare time?

I explore Norway's nature and am continuously bewildered by the beautiful wilderness.

Do you have a suggestion for an interviewee in the next edition?

I suggest Raoul Wolf from the University of Oslo, who has done some incredible work on the impact of water browning on Daphnia.

Muggsopp-fragmenter og -sporer: egenskaper og helseeffekter

Afanou, Komlavi Anani (Postdoc KBA/TOKS STAMI (Statens arbeidsmiljøinstitutt))

Muggsopp er allestedsnærværende mikroorganismer som trives i fuktige miljøer. I bygninger med fuktproblemer eller arbeidsmiljø med tilgjengelige organiske substrater kan muggsoppvekst bli et problem (Figur 1). Soppvekst fører ofte til frigjøring av luftbårne muggsopp-partikler og flyktige stoffer. Kronisk eksponering for muggsopp-partikler kan forårsake sterke inflammasjonsreaksjoner karakterisert med nysing, kløe og rennende nese og øyne hos enkelte individer, i tillegg til infeksjoner (1, 2). I denne artikkelen presenterer vi en kort oversikt over komplekse sammensatte muggsopp-partikler av sporer og fragmenter, deres egenskaper og de helseproblemene som vanligvis assosieres med inhalasjon slike partikler.

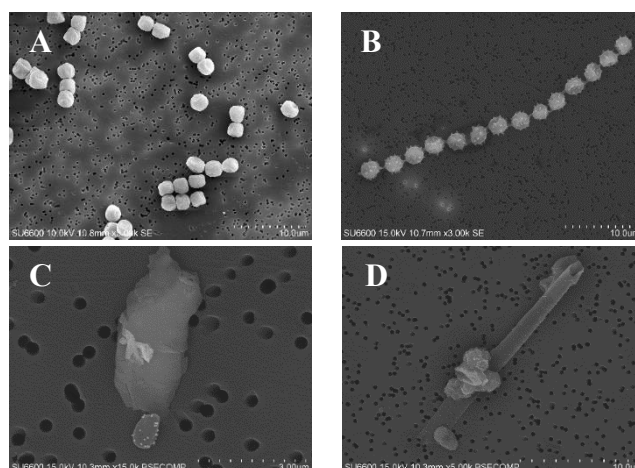
Muggsopp-partikler: komplekser sammensatt av sporer og fragmenter

Muggsopp-partikler er sammensatt av sporer og fragmenter i forskjellige størrelser og former (Figur 2). Et aerosoliseringsprosjekt ved STAMI har vist at luftbårne partikler frigjort fra *Aspergillus fumigatus* kulturer inneholdt 88 % sporer og 12 % fragmenter, mens kulturer fra *A.versicolor* og *Penicillium chrysogenum* frigjorde relativt mer fragmenter (henholdsvis 61 og 84 %) enn sporer (henholdsvis 39 og 16 %). Sporer forekom både enkeltvis og som aggregater med lengder mellom 2,4 og 15,0 µm. Fragmentene stammet stort sett fra mycel

massen og hadde lengde som varierte mellom 0,52 og 13,0 µm. De fleste fragmentene var avlange, og det fantes en del som hadde fiberform, det vil si med aspekt ratio (lengde/bredde) > 3:1 (3).



Figur 1: Muggen gipsplate i en kjeller med fukt- og muggproblemer. Bildet tatt av Afanou Anani Stami ©



Figur 2: SEM bilder av enkle sporer og korte sporeaggregater (A); lang kjede av sporeaggregat (B); lite (C) og stort (D) gullmerket soppfragment (med hvite prikker). Tatt av Anani Afanou Stami ©

Muggsopp-partikler i luftveiene

Basert på aerodynamisk diameter (som er en funksjon av størrelse, form og tetthet), kan inhalerte muggsopp-spore og -fragmenter deponeres overalt i luftveiene: nese- og strupehoderegionen, luftrør og bronkiene, eller i alveolene. Reponen har estimert at 30-40 % av enkle sporer inhalert gjennom nese deponeres i alveolene, mot 70 % hvis inhalasjonen skjer gjennom munnen (4). Videre har Cho *et al.* rapportert at 84-95 % av inhalerte sporer vil deponeres i luftveiene mot 27-46 % for små fragmenter (< 1µm). De har også visst at hos barn vil 28 % av inhalerte små fragmenter fra *Stachybotrys chartarum* nå alveolene, mot 3 % av sporer, mens hos en voksen mann er andelene 27 % for fragmenter versus 10 % for sporer (5). Situasjonen er ukjent når det gjelder store aggregater (> 3 µm sporer og fragmenter), men man kan spekulere i at en større andel vil deponeres i øvre regionen av luftveiene (nese- og strupehodet eller bronkiene) på grunn av størrelsen. Uansett hvor i luftveiene muggsopp-partiklene deponeres, forårsaker de luftveissymptomer som trolig er avhengig av type og mengde antigener/allergener/toksiner tilgjengelig fra spesifikke partikler.

Muggsopp-partikler og helseeffekter

Luftveiene renses normalt kontinuerlig for partikler som deponeres på slimlaget i luftveiene ved at de transporteres til svelget ved hjelp av flimmerhårene, noe som er kjent som «mucociliary clearance». Deponering av muggsopp-partikler induserer ofte immunreaksjoner som involverer både medfødte og adaptive mekanismer. Typen og styrken av immunresponsen er avhengig av flere faktorer, blant annet soppart, type partikler (sporer, hyfer eller gjærceller), egenskaper og konsentrasjon av PAMPs (pathogen

associated molecular patterns) og individuell susceptibilitet. Epitelceller og sentinelle hvite blodceller kan gjenkjenne spesifikke PAMPs (glukaner, kitin, mannaner, galaktomannaner, xylomannaner og kitosan) som finnes på partiklene, og induserer dermed et tilpasset immunforsvar med nøytraliserende effekt. Fagocytose utført av vaktmakrofager pleier å være effektiv mot døde eller hvilende sporer, mens nøytrofiler og eosinofiler må til for mer effektiv fjerning av hyfer og spirende sporer (6). Korttidseksponering for sporer fra *A. fumigatus* i kombinert dyr- og *in vitro* -forsøk har vist ikke-allergisk betennelsesreaksjon karakterisert med dendritiske celler (DC) som produserte IL12 og IFN γ , mens hyfer forårsaket allergisk inflammasjon med IL4, og IL10 produserende DC celler (7). Lange hyfer stimulerer migrasjon av nøytrofiler til lungene hvor de skyter ut ekstracellulære nettfeller (NET) for å bremse soppvekst (6). Type og styrken av disse immunreaksjonene forårsaker akutte eller kroniske inflammasjoner assosiert med både allergiske (allergisk astma og allergisk rhinosinusitt (allergic fungal rhinosinusitis, AFRS)) og ikke-allergiske lidelser (kronisk bronkitt og toksisk feber syndrom (organic dust toxic syndrome, ODTs)). Allergisk astma er en kronisk og vedvarende betennelse i lungene med luftveisobstruksjon på grunn av høy slimsekresjon. De hyppigste soppartene forbundet med allergisk astma er *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Helminthosporium* og *Penicillium* (8). Hos pasienter med allergisk rhinosinusitt er sinusen kolonisert av muggsopp på grunn av nedsatt flimmerhåraktivitet (9). Det er funnet degranulerende eosinofiler som invaderer slimlaget og frigjøring av

cytotoksiske proteiner som forårsaker vevskader (10, 11). Følgende sopparter er ofte funnet i AFRS: *Aspergillus spp*; *Bipolaris spicifera*, *Curvularia lunata*, *A. alternata*, *Cladosporium spp.* og *Trichoderma longibrachiatum*. Kronisk bronkitt er en vedvarende og ofte irreversibel betennelse med høy slimproduksjon i bronkiene som følge av langtidseksposering for høye konsentrasjoner av muggsopp-partikler ($>10^9/m^3$). *Rhizopus microsporus*, *A. fumigatus* og *Penicillium frequentans (glabrum)* er assosiert med denne lidelsen som er mer yrkesrelatert (12, 13). ODTS er en akutt yrkesrelatert lidelse med influensalignende symptomer etter eksponering for høye konsentrasjoner av organisk støv dominert av sporer fra *A. fumigatus* og *Rhizopus microsporus* (14). Alt i alt er sammensetningen av luftbårne muggsopp-partikler kompleks og inneholder både sporer og fragmenter i forskjellige størrelser. Eksposering for slike partikler representerer en risikofaktor for utvikling eller forverring av luftveislidelser hos folk som bor eller jobber i utsatte miljøer.

Referanser

1. **World Health Organization.** 2009. Guidelines for indoor air quality: dampness and mould. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen O, Denmark.
2. **Kanchongkittiphon W, Mendell MJ, Gaffin JM, Wang G, Phipatanakul W.** 2015. Indoor environmental exposures and exacerbation of asthma: An update to the 2000 review by the institute of medicine. *Environ Health Perspect* **123**:6–20.
3. **Afanou KA, Straumfors A, Skogstad A, Skaar I, Hjeljord L, Skare Ø, Green BJ, Tronsmo A, Eduard W.** 2015. Profile and Morphology of Fungal Aerosols Characterized by Field Emission Scanning Electron Microscopy (FESEM). *Aerosol Sci Technol* **49**:423–435.
4. **Reponen T.** 1995. Aerodynamic Diameters and Respiratory Deposition Estimates of Viable Fungal Particles in Mold Problem Dwellings. *Aerosol Sci Technol* **22**:11–23.
5. **Cho S-H, Seo S-C, Schmechel D, Grinshpun SA, Reponen T.** 2005. Aerodynamic characteristics and respiratory deposition of fungal fragments. *Atmos Environ* **39**:5454–5465.
6. **Brakhage A a, Bruns S, Thywissen A, Zipfel PF, Behnsen J.** 2010. Interaction of phagocytes with filamentous fungi. *Curr Opin Microbiol* **13**:409–15.
7. **Bozza S, Gaziano R, Spreca A, Bacci A, Montagnoli C, Francesco P, Romani L, di Francesco P.** 2002. Dendritic cells transport conidia and hyphae of *Aspergillus fumigatus* from the airways to the draining lymph nodes and initiate disparate Th responses to the fungus. *J Immunol* **168**:1362–1371.
8. **Simon-Nobbe B, Denk U, Pöll V, Rid R, Breitenbach M.** 2008. The spectrum of fungal allergy. *Int Arch Allergy Immunol* **145**:58–86.
9. **Hamilos DL.** 2010. Allergic fungal rhinitis and rhinosinusitis. *Proc Am Thorac Soc* **7**:245–252.
10. **Glass D, Amedee RG.** 2011. Allergic Fungal Rhinosinusitis: A Review. *Ochsner J* **11**:271–275.

11. **Kern EB, Sherris D, Katz LM, Rosenblatt LC, Ponikau J.** 2007. Diagnosis and treatment of chronic rhinosinusitis: focus on intranasal Amphotericin B 319–326.
12. **Deschamps F, Foudrinier F, Dherbecourt V, Mas P, Prevost E, Legrele AM, Bellier S, Toubas D.** 2003. Respiratory Diseases in French Cork Workers. *Inhal Toxicol* **15**:1479–1486.
13. **Eduard W.** 2009. Fungal spores: a critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting. *Crit Rev Toxicol* **39**:799–864.
14. **Madsen AM, Zervas A, Tendal K, Nielsen JL.** 2015. Microbial diversity in bioaerosol samples causing ODTS compared to reference bioaerosol samples as measured using Illumina sequencing and MALDI-TOF. *Environ Res* **140**:255–267.

Økotoksikologiske effekter av mikroplast

Amy Lusher og Inger Lise Nerland Bråte

Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA)

Mikroplast, dette nye «buzz»-ordet som alle snakker om, hva er det egentlig? Hva er konsekvensene? Og hva betyr denne mikroplastforurensingen for økosystemet og for mennesker? I dette korte notatet tar vi opp spørsmål som omhandler økotoksikologiske implikasjoner av mikroplastforurensing.

Hva er mikroplast?

Mikroplast er små plastpartikler som enten er produsert i mikroskala eller plastfragmenter som stammer fra plastsjøppel i miljøet. Størrelsesklassifiseringen av plast og mikroplast er fortsatt under debatt. Tidligere var det vanligste å klassifisere mikroplast som plastpartikler <5 mm, mens det nå er vanligere å dele opp i «små mikroplastpartikler» <1 mm og «større mikroplastpartikler» fra 1-5 mm (Lusher et al., 2017a). Basert på definisjonen brukt innenfor nanoteknologi, vil plastpartikler <0,1 µm (100 nm) defineres som nanoplast (CONTAM 2016).

Hvordan entrer mikroplast miljøet?

Det er mange ulike kilder og spredningsveier for mikroplast til terrestrisk-, ferskvann- og marint miljø. Plastforsøpling, bevisst, ubevisst eller som følge av dårlig avfallshåndtering, utgjør en kilde. I tillegg bidrar mikroplast brukt i kosmetikk og til industrielle formål, og klesfibre spredd via avløp og renseanlegg, til den totale mengden mikroplast i miljøet (Lasee et al., 2017). Slam fra renseanlegg kan entre miljøet gjennom bruk av slam som jordforbedringsmiddel (Nizzetto et al.,

2016). Andre kilder kan være plastfragmenter fra dekk- og veislitasje (Kole et al., 2017), og luftforurensing av syntetiske fibre (Dris et al., 2016). Når mikroplast har entret miljøet, kan det transporteres videre, for eksempel ved avrenning fra jord eller tette flater til elv, til havet og med havstrømmer. Avhengig av tetthet kan partiklene holde seg flytende lenge eller sedimentere på sjøbunnen. I begge tilfeller kan de være tilgjengelige for optak i biota.

Hvor finner man mikroplast?

Mikroplast er blitt identifisert verdensomspennende i marine, ferskvann og terrestriske habitater, men hovedfokuset har til nå vært på mikroplast i marint miljø. Mikroplast er i overflatevann, i vannsøylen, i sedimenter, samt i polare områder og avsidesliggende fjellvann (f.eks. Lusher et al., 2017b; Lambert and Wagner, 2018). Da det fortsatt er lite empiriske data på totalmengden mikroplast i miljøet, er estimatene for totale utslipp og forekomst av mikroplast begrenset og omdiskutert. Det er vanskelig å sammenligne studier i tid og rom på grunn av ulike prøvetakingsmetoder, i tillegg til forskjellige definisjoner av mikroplast og

benevning/måle-enheter benyttet. Selv om det er krevende å sammenligne mikroplaststudier, er det nå klart at funn av mikroplast er dokumentert stort sett overalt i miljøet der man har undersøkt. Det er derfor en stor bekymring for hvordan organismer i miljøet påvirkes av denne mikroplastforurensingen.

Hvordan interagerer mikroplast med organismer?

Siden begrepet mikroplast betegner en heterogen gruppe partikler, eksponeres organismer for en kompleks miks av polymertyper (polyetylen, PVC etc.), former (fragmenter, fibre etc.) og størrelser, i tillegg til plast-assosierte kjemikalier (Lambert and Wagner, 2018). Det er stort fokus på å forstå hvordan plast som opptas i næringskjeden påvirker organismer. Organismer kan ta opp mikroplast fra vann, luft og sedimenter, avhengig av habitat og fødemekanismer. Opptak kan skje direkte via fødeinntak eller over respirasjonsorganer som gjeller. Organismer fra de fleste marine trofiske nivå har vist seg å inneholde mikroplast (Lusher et al., 2017b) og flere ferskvannsorganismer er nå studert for mikroplastopptak (Scherer et al., 2018), men det er fortsatt begrensede studier på terrestrisk biota (Horton et al., 2017). I tillegg til studier på opptak av mikroplast, er det også utført økotoksikologiske studier for å se på eventuelle effekter av mikroplastinntaket.

Hva er konsekvensene for organismer som interagerer med mikroplast?

Konsekvenser av mikroplast-interaksjon kan være på individnivå, men også populasjon- eller økosystem-effekter bør vurderes. I naturen er det krevende å skille ut eventuell skadelig påvirkning av

mikroplast, da organismer utsettes for en rekke stressrelaterte miljøfaktorer samtidig. Selv om det er utført en rekke eksponeringsforsøk med mikroplast i laboratorier, hvor mange har funnet sub-letale effekter, er det også krevende å ekstrapolere effektene til miljøet. Noe av grunnen til dette er at det ofte er benyttet konsentrasjoner som er langt over det vi finner i miljøet, og det er vanskelig å gjenskape det komplekse miljøet som organismer utsettes for. Det trengs mer forskning for å forstå forholdet mellom sub-letale effekter og effekter på individet etterfulgt av mulige populasjonseffekter. De sub-letale effektene som er hittil er påvist inkluderer blant annet:

- **Fysisk stress:** Partikkeltoksisitet generelt er påvirket av partikkelstørrelse og form. Større mikroplastpartikler er vanskeligere å fordøye og skille ut, og uregelmessige partikler kan i større grad sette seg fast i interne og eksterne overflater enn ovale partikler. Dette kan føre til fysisk irritasjon eller blokkering av gjeller eller blokkering av fordøyelsesorgan. Det er for eksempel funnet effekter etter eksponering av irregulære plastfragmenter for vannloppen *Daphnia magna* med økt dødelighet, økt generasjonstid og redusert befruktning (Ogonowski et al., 2016) mens dette ikke ble sett for oval mikroplast. Det er også funnet vevsendringer i blåskjell (*Mytilus* spp.) som trolig kommer av fysisk påvirkning av plastpartiklene (Von Moos et al., 2012, Paul-pont et al., 2016; Bråte et al., *in press*).
- **Endring i fødeopptak:** I hoppekreps og børstemark er det observert at mikroplastinntak kan føre til redusert fødeopptak, vekttap og reduserte

energireserver (Cole et al., 2015; Wright et al., 2013).

- **Oksidativt stress:** Absorbert mikroplast kan redusere fotosyntese som igjen kan føre til oksidativt stress i algen *Scenedesmus spp.* (Bhattacharya et al., 2010).
- **Metabolsk rate:** Det er funnet en doseavhengig effekt på metabolsk rate i *Arenicola marina* ved mikroplasteksponering via sediment (Green et al., 2015).
- **Immunologiske endringer:** Det er funnet sterke inflammatoriske responser i blåskjell (*Mytilus sp.*) som inkluderer genregulering relatert til lysosomal metabolisme, immunologiske funksjoner og apoptose (Browne et al., 2008; von Moos et al., 2012; Avio et al., 2015).
- **Nevrotoksisk effekt:** Det er funnet redusert aktivitet av acetylkolinesterase (AChE) i Leirkutling (*Pomatoschistus microps*) ved mikroplasteksponering (Oliveira et al., 2013).
- **Endokrin påvirkning:** Mikroplastinntak og assosierte kjemikalier er vist å kunne påvirke genuttrykk, som eksempel for vitellogenin (Vtg) for hunnfisk (*Oryzias latipes*; Rochman et al., 2014).
- **Redusert fekunditet:** Redusert fekunditet er observert for hoppekrepsen *Calanus Helgolandicus* (Cole et al., 2015), og stillehavsøsters (*Crassostrea gigas*) ble påvirket ved reduksjon i eggproduksjon, spermobilitet og larve-overlevelse (Cole and Galloway 2015; Sussaerelli et al., 2016).

Hvordan påvirker mikroplast næringskjeden?

Dersom mikroplast er tilstede i byttedyr, er det et potensiale for at mikroplastpartiklene videreføres til predator. Noen studier har påvist trofisk overføring av mikroplast, for eksempel fra blåskjell til krabbe (Farrell and Nelson 2013), men konsentrasjonen i krabbe var kun 0.027 % av konsentrasjonen som blåskjellene ble eksponert for. Det er vanskelig å avdekke om mikroplast i predatorer høyt opp i næringskjeden kommer fra direkte eksponering, eller som følge av bioakkumulering eller biomagnifisering.

Hvordan påvirker det menneskelig helse?

Siden mikroplast entrer den marine næringskjeden, har det blitt reist spørsmål om betydningen for sjømatnæringen. Flesteparten av studiene fra det marine miljøet har fokusert på forekomst av mikroplast i skalldyr og pelagisk fisk (Lusher et al., 2017b), og det er krevende å si noe om effekter av dette mikroplastinntaket. Mikroplastopptak i mennesker er trolig redusert sammenlignet med naturlig predasjon, som følge av at mesteparten av sjømaten konsumeres etter at tarmen er fjernet, med unntak av enkelte typer sjømat, slik som blåskjell. En nylig rapport fra «Food and Agricultural Organization (FAO)» estimerte at en porsjon bestående av 225 gram blåskjell kunne lede til 7 µg plastinntak, noe som trolig resulterer i små mengder kjemikalier som mikroplasten bidrar med (Lusher et al., 2017b).

Forskningens vei videre?

Det er fortsatt mange kunnskapshull når det gjelder effekter av mikroplastforurensing. Mer forskning er nødvendig på ulike livsstadier av ulike organismer, da følsomheten trolig er varierende. Det bør også utføres laboratorieforsøk som best mulig etterligner miljøet, slik at resultatene lettere kan ekstrapoleres til miljøet. Mer forsknings trengs også på opptak, retensjonstid, opptak til ulikt vev, og potensiale for trofisk overføring. Det er veldig viktig at studier sikter på å undersøke den heterogene gruppen mikroplast ved å se på ulike typer plast, ulike former og størrelser, samt miljørelevante konsentrasjoner. Det er også et stort behov for å se på ulike kjemiske aspekter, slik som mikroplast som en mulig vektor for eksponering av kjemikalier assosiert med plast.

Referanser

Avio, C.G., Gorbi, S., Milan, M., Benedetti, M., Fattorini, D., d'Errico, G., Pauletto, M., Bargelloni, L. and Regoli, F., 2015. Pollutants bioavailability and toxicological risk from microplastics to marine mussels. *Environmental Pollution*, 198, pp.211-222.

Bhattacharya, P., Lin, S., Turner, J. P., and Ke, P. C., 2010. Physical adsorption of charged plastic nanoparticles affects algal photosynthesis. *Journal of Physical Chemistry C*, 114, pp. 16556-16561.

Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M. and Thompson, R.C., 2008. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science and technology*, 42(13), pp.5026-5031.

Bråte, I.L.N., Blázquez, M., Brooks, S., Thomas, K.V., Weathering increases uptake of polyethylene microparticles from toothpaste in Mediterranean mussel (*M. galloprovincialis*), *in press* STOTEN

Cole, M. and Galloway, T.S., 2015. Ingestion of nanoplastics and microplastics by Pacific oyster larvae. *Environmental Science & Technology*, 49(24), pp.14625-14632.

Cole, M., Lindeque, P. K., Fileman, S. E., Halsband, C., and Galloway, T. S., 2015. The impact of polystyrene microplastics on feeding, function and fecundity in the marine copepod *Calanus Helgolandicus*. *Environmental Science and Technology*, 49, pp. 1130-1137.

CONTAM (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain), 2016. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *European Food Safety Authority. EFSA Journal*, 14(6). 30 pages.

Dris, R., Gasperi, J., Saad, M., Mirande, C. and Tassin, B., 2016. Synthetic fibers in atmospheric fallout: A source of microplastics in the environment? *Marine Pollution Bulletin*, 104(1), pp. 290-293.

Farrell, P. and Nelson, K., 2013. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environmental Pollution*, 177, pp.1-3.

Green, D. S., Boots, B., Sigwart, J., Jiang, S. and Rocha, C., 2016. Effects of conventional and biodegradable microplastics on a marine ecosystem engineer (*Arenicola marina*) and sediment

nutrient cycling. *Environmental Pollution*, 208, pp.426-434.

Horton, A.A., Walton, A., Spurgeon, D.J., Lahive, E. and Svendsen, C., 2017. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of the Total Environment*, 586, pp.127-141.

Kole, P.J., Löhr, A.J., Van Belleghem, F.G. and Ragas, A.M., 2017. Wear and Tear of Tyres: A Stealthy Source of Microplastics in the Environment. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(10), p.1265.

Lambert S., Wagner M. (2018) Microplastics Are Contaminants of Emerging Concern in freshwater Environments: An Overview. In: Wagner M., Lambert S. (eds) *Freshwater Microplastics. The Handbook of Environmental Chemistry*, vol 58. Springer, Cham

Lasee, S., Mauricio, J., Thompson, W.A., Karnjanapiboonwong, A., Kasumba, J., Subbiah, S., Morse, A.N. and Anderson, T.A., 2017. Microplastics in a freshwater environment receiving treated wastewater effluent. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 13(3), pp.528-532.

Lusher, A., Bråte, I.L.N., Hurley, R., Iversen, K. and Olsen, M., 2017a. Testing of methodology for measuring microplastics in blue mussels (*Mytilus* spp) and sediments, and recommendations for

future monitoring of microplastics (R & D-project).

Lusher, A.L., Hollman, P.C.H. and Mendoza-Hill, J.J., 2017b. Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 615. Rome, FAO. 2017.

Nizzetto, L., Futter, M., and Langaas, S., 2016. Are Agricultural Soils Dumps for Microplastics of Urban Origin? *Environmental Science and Technology*, 50 (20), pp.10777-10779.

Ogonowski, M., Schur, C., Jarsen, A., and Gorokhova, E., 2016. The effects of natural and anthropogenic microparticles on individual Fitness in *Daphnia magna*. *PLoS One* 11(5), pp. e0155063.

Oliveira, M., Ribeiro, A., Hylland, K. and Guilhermino, L., 2013. Single and combined effects of microplastics and pyrene on juveniles (0+ group) of the common goby *Pomatoschistus microps* (Teleostei, Gobiidae). *Ecological Indicators*, 34, pp.641-647.

Paul-Pont, I. et al., 2016. Exposure of marine mussels *Mytilus* spp. to polystyrene microplastics: Toxicity and influence on fluoranthene bioaccumulation. *Environmental Pollution*, 216, pp.724-737.

Rochman, C.M., Hoh, E., Kurobe, T. and Teh, S.J., 2013. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*, 3.

Rochman, C.M., Kurobe, T., Flores, I. and Teh, S.J., 2014. Early warning signs of endocrine disruption in adult fish from the ingestion of polyethylene with and without sorbed chemical pollutants from the marine environment. *Science of the Total Environment*, 493, pp.656-661.

Scherer, C., Weber, A., Lambert, S. and Wagner, M., 2018. Interactions of microplastics with freshwater biota. In *Freshwater Microplastics* (pp. 153-180). Springer, Cham.

Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M.E.J., Le Goïc, N., Quillien, V., Mingant, C., Epelboin, Y. and Corporeau, C., 2016. Oyster reproduction is affected by exposure to polystyrene microplastics. *Proceedings*

of the National Academy of Sciences, 113(9), pp.2430-2435.

Von Moos, N., Burkhardt-Holm, P. and Köhler, A., 2012. Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environmental Science & Technology*, 46(20), pp.11327-11335.

Wright, S.L., Rowe, D., Thompson, R.C. and Galloway, T.S., 2013. Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. *Current Biology*, 23(23), pp. R1031-R1033.

Lab omringet av isfjell

Ingrid Kvinge Jørgensen, MSc fra NTNU

Det marine liv har alltid interessert meg. Da jeg skulle velge masteroppgave til min master i miljøtoksikologi ved NTNU, ønsket jeg en oppgave som handlet om hvordan forurensning påvirket marine organismer. I tillegg har jeg alltid vært glad i å reise, så dersom jeg fikk mulighet til feltarbeid et annet sted enn i Trondheim, var dette en stor bonus.

Gleden min var derfor stor da jeg fant en masteroppgave innen prosjektet PWC-Arctic. Prosjektet skulle blant annet se på om oljesøl og såkalt «produsert vann» kan skade hoppekreps som finnes i arktiske farvann. Min oppgave var en liten del av dette prosjektet. Jeg skulle se på om vannløselige PAHer (polysykliske aromatiske hydrokarboner) som finnes i produsert vann påvirker de tidlige naupliistadiene til den lite studerte arktiske feitåten (*Calanus hyperboreus*) og den mye studerte temporære raudåten (*Calanus finmarchicus*). Jeg og en annen masterstudent, Katarina Utne Bekkeheien, gjorde det meste av arbeidet sammen. Vi utsatte eggene til disse to artene for tre konsentrasjoner av PAHer, i tillegg til kontroll, ved tre forskjellige temperaturer

for hver art. Sammen så vi på klekkesuksess, i tillegg til biometri og tørrvekt ved egg-, NI-, NII-, og NIII-stadiene. Katarina så i tillegg på oksygenforbruk, mens jeg skulle undersøke om PAHene påvirket hoppekrepsens evne til å ta opp mat ved NIII-stadiet.

Feitåte er en arktisk art. For å få tak i hunner med egg, måtte vi lengre nord. Jeg, Katarina og to av co-veilederne våre, dro derfor til «Arctic Station» på Diskøyen på vestkysten av Grønland. Mitt ønske om å få reise var dermed oppfylt. I tillegg måtte vi reise i helikopter fra Ilulissat for å komme ut til øyen. Jeg hadde aldri reist i helikopter før, og syntes dette var helt fantastisk.



Klare for å reise til Diskøyen fra Ilulissat med helikopter.

Det å gjøre feltarbeid og labarbeid på et mildt sagt øde sted, omringet av nydelige

isfjell, bød på sine utfordringer. Er det en ting jeg har lært om feltarbeid, så er det følgende: Finnes det noe som kan gå galt, så går det galt. I vårt tilfelle var dette at været, eller nærmere sagt, temperaturen, ikke var på vår side. Da vi lagde planen for å samle inn plankton, trodde vi at vi hadde en av to muligheter. Enten skulle vi samle inn plankton fra båt, eller så skulle vi kjøre ut med snøscooter og samle inn plankton via et hull i isen. Problemet var følgende: Isen var for tykk til å dra ut med båt, men for tynn til å dra ut med snøscooter. Tiden gikk, og vi hadde eksperimenter som skulle gjennomføres. Etter flere dager med diskusjoner og rådføring med de lokale, kom vi frem til en løsning. Vi tok beina fatt, sammen med en hundeslede og to inuitter. På veien ut, fikk vi til og med muligheten til å sitte på hundesleden. På tilbakeveien skulle hundene dra vannet med plankton. Endelig var vi i gang.



Vi sitter på hundesleden på vei for å samle plankton. Jeg må innrømme, det var en veldig spesiell opplevelse å være midt ut på isen, omringet av isfjell, og samle inn plankton fra et hull i

isen. Når du ser hvor store noen av isfjellene kan bli, skjønner du hvor liten vi faktisk er.



Godt påkledd, midt utpå isen, omringet av isfjell.

Tilbake på labben, måtte vi sortere ut feitåtehunner med egg. Dette viste seg å ikke være så vanskelig som jeg var redd for. Siden feitåte kan bli nesten opp mot 1 cm, er det forholdsvis enkelt å skille dem fra alle de mindre planktonartene. De har også oransje egg. Man kunne derfor velge de individene med oransje striper på ryggen.



Feitåtehunn (*C. hyperboreus*) full av egg.

Neste problem var å få nok egg. I teorien hadde vi plukket ut mer enn nok hunner. Dessverre tok det tid før de faktisk la eggene sine. Tiden gikk, og til slutt måtte vi

bare begynne. Etter at eggene var klekt, skulle vi gjøre eksperimenter frem til NIII-stadiet, og tiden begynte å bli knapp.

Siden naupliene våre lever i havet i Arktis, er de vant med lave temperaturer. Det innebar at labben vår var en konteiner, som skulle ha 3, 7 eller 10 °C avhengig av hvilket eksperiment vi jobbet på. Dette innebar at alt arbeid ble utført i en kjeledress, og masse klær. Likevel, du vet det er kaldt ute når du går inn i en konteiner satt på 3 °C, og det føles varmt.

Å jobbe i «Winter wonderland» bød på helt spesielle utfordringer, som man ikke opplever på en lab på et universitet. En natt det hadde vært mye vind og snø, måtte jeg starte dagen min med å grave meg inn i konteineren. Hele døren var dekket av snø.

Etter nesten en måned, var det på tide å reise fra Arctic Station. Trodde vi. Da alt var ryddet og pakket, og vi var reiseklare, fikk vi beskjed om at det var tekniske problemer på helikopteret. Dermed fikk vi en dag ekstra på Arctic Station, og en helg ekstra på Grønland. Planen hadde vært å ha en helg hjemme i Trondheim, før jeg skulle videre til Svalbard for å ta to fag på UNIS. Plutselig hadde jeg bare en dag på å pakke om før jeg skulle til et nytt vinterøde i tre måneder.

Da høsten kom, gjensto eksperimentene på raudåten. Dette ble gjort på et kjølerom på

Sealab, NTNU. Selv om arbeidet var like hardt og dagene like intensive, var det definitivt færre utfordringer.

Alt i alt, vil jeg si at arbeidet med masteroppgaven har gitt meg mange nye erfaringer, og uforglemmelige opplevelser.

I redaksjonen

Gunhild Rogne Halland

gunhildrognehalland@gmail.com

Pernille Kvernland

pernille@tussa.com

Thomas Aga Legøy (Redaktør)

tholeg92@gmail.com

Iselin Rynning

iselin.rynning@stami.no

Marie Persson

marie.persson@hotmail.com

Styret i Toksikologiseksjonen

Leier:

Hubert Dirven

hubert.dirven@fhi.no

Styremedlemmer

Yke Arnoldussen

Vidar Berg (Varamedlem)

Dag Marcus Eide

Gunnar Sundstøl Eriksen

Merete Grung

Marit Nost Hegseth

Odd Andre Karlsen

Nina Landvik (Varamedlem)

Vedtekter for Seksjonen for Toksikologi

§1. Seksjon for Toksikologi er en spesialseksjon underlagt Norsk Selskap for Farmakologi og Toksikologi (NSFT) (§ 3 Lov for NSFT). Seksjonen har som formål å være forum for foredrag og debatter i emner tilknyttet human- og økotoksikologi. I tillegg skal seksjonen fremme sosialt samvær og skape et kontaktnett mellom de med toksikologisk interesse. Seksjonen vil legge vekt på å drive opplysnings-virksomhet for allmennheten om effekten av fremmedstoffer på miljø og helse.

§2. Som medlem av Seksjon for Toksikologi kan opptas ordinære medlemmer i Norsk Selskap for Farmakologi og Toksikologi som er beskjeftiget med toksikologi.

§3. Styret for seksjonen skal totalt bestå av 6 hovedmedlemmer og 3 varamedlemmer. De 6 hovedmedlemmene skal inkludere formann, sekretær, økonomiansvarlig og 3 styremedlemmer. Styremedlemmene velges normalt for en periode av 2 år, og det er ikke ønskelig at mere enn halvparten av styret stiller til valg samtidig. Styret bør reflektere medlemsmassen, og skal fortrinnsvis bestå av representanter med både økotoksikologisk og human-toksikologisk bakgrunn. Videre bør både undervisningsmiljøene, forskningsmiljøene og forvaltnings-institusjonene være representert i styret. Varamedlemmene har møterett på alle styremøter. Styret er beslutningsdyktig når alle hovedmedlemmer er innkalt og minst 2/3 har møtt opp. Styret utpeker sin representant til styret i NSFT. De tre vararepresentantene skal tiltre på møter dersom ordinære medlemmer melder forfall.

§4. Årsmøtet er seksjonens høyeste myndighet og avholdes i forkant av NSFT's generalforsamling. Hvert medlem som personlig møter på årsmøtet har én stemme. Årsmøtet velger representanter til styret og redaksjonsmedlemmer til "Toksikologen." Valg avgjøres ved simpelt flertall. Ved flere kandidater holdes valget skriftlig, og relativt flertall avgjør. Tidspunkt for årsmøte fastsettes av styret, og medlemmene varsles senest 1 mnd. før fastsatt dato. Styret setter frist for når forslag til årsmøtet må være styret i hende. Innkallingen sendes fra styret senest 14 dager før årsmøtet. Ekstraordinært årsmøte kan innkalles dersom 1/3 av medlemmene eller et flertall i styret krever det.

§5. Valgkomiteen skal ha tre medlemmer som velges av årsmøtet hvert år. Valgkomiteen kommer med innstilling til valg av styremedlemmer, valgkomité-medlemmer og redaksjonsmedlemmer i "Toksikologen."

§6. "Toksikologen" skal ha minst 4 redaksjonsmedlemmer.

Redaksjonsmedlemmene bør fortrinnsvis sitte i to år før gjenvalg. "Toksikologen" bør komme ut to ganger per semester. Foreningens vedtekter og aktiviteter i styret skal gjengis i "Toksikologen."

§7. Forslag om vedtektsendringer må være styret i hende innen dagsorden for årsmøte utsendes. Forslag til endringer sendes medlemmene sammen med dagsorden. Behandling av forslag til vedtektsendringer må skje iht §7 i NSFTs lover.

