

Tutkimusta Vanamon apurahalla

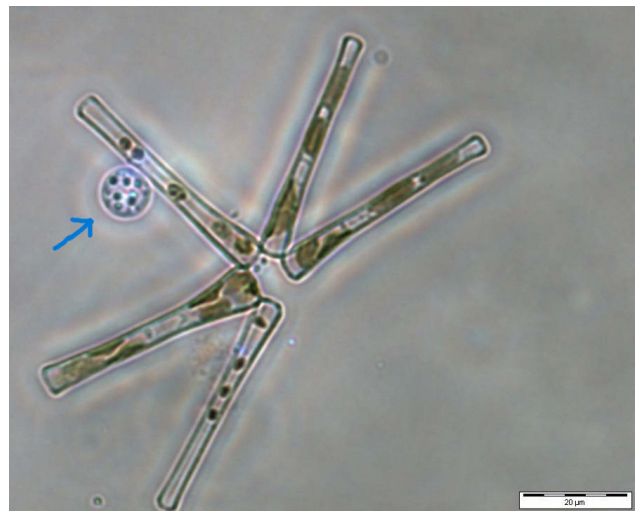
Loisten vaikutus kasviplanktonin kevätukintaan Itämerellä

KARIN MADSEN

Kasviplanktonien loiset voivat aiheuttaa suurta kuolleisuutta kasviplanktonpopulaatioissa ja siten vaikuttaa myös koko ravintoverkkoon ja erilaisiin biogeokemiallisiin prosesseihin. Pro gradu -tutkielmassani tutkin, mitkä Itämeren kasviplanktonilajit ovat loisten tartuttamia ja onko loisilla vaikutusta kasviplanktonin kevätukintaan. Tutkimusmenetelmänä käytettiin jatkuvatoimista kuvantavaa läpivirtausytometriä.

Kasviplanktonin on arvioitu vastaavan jopa puolesta maapallon perustuotannosta, ja se on perustuottajana tärkeä osa vesieliöiden ravintoverkkoa (Falkowski & Raven 2007). Useat erityyppiset loiset, mm. erilaiset virukset, bakteerit ja sienet, voivat tartuttaa kasviplanktonin. Tässä tutkimuksessa keskityn kasviplanktonin sieniloisiin, jotka ovat yleensä piiskasiimasieniä (*Chytridiomycota*; Frenken ym. 2017). Nämä sieniloiset aiheuttavat epidemioita, joissa suuri osa kasviplanktonpopulaatiosta voi saada tartunnan. Piiskasiimasienet, kytridit, tuottavat parveiluitiöitä (zoosporeja), joilla on uintisiimat. Parveiluitiöt liikkuvat aktiivisesti ja etsivät isäntäeliöitä, tässä tapauksessa erilaisia kasviplanktonlajeja. Kohdatessaan sopivan isäntäeliön, parveiluitiö kiinnittyy sen pintaan ja tartuttaa isäntänsä (Kuva 1). Kytridi ottaa ravintoa isännästään ja kypsyy muutama päivä itäpesäkkeeksi, joka muodostaa uusia parveiluitiöitä (Van den Wyngaert ym. 2017). Isäntäsolu kuolee yleensä saadessaan tartunnan. Leväkukintojen aikaisissa epidemioissa kuolleisuus tartunnan saaneissa kasviplanktonissa on korkea. Tämä puolestaan voi muuttaa lajien välisiä vuorovaikutussuhteita kasviplanktonyhteisöissä: tartunnan saaneiden lajien määrä vähenee, mikä antaa tilaa muiden lajien lisääntymiselle (Sommer ym. 2012). Meriympäristön sieniloiset tunnetaan vielä melko puutteellisesti, sillä suurin osa loistutkimuksista on tehty makean veden ympäristössä (Gleason ym. 2011). Itämeren kasviplanktonin sieniloisista on vain muutama aikaisempi tutki-

mus (Reñé ym. 2022).

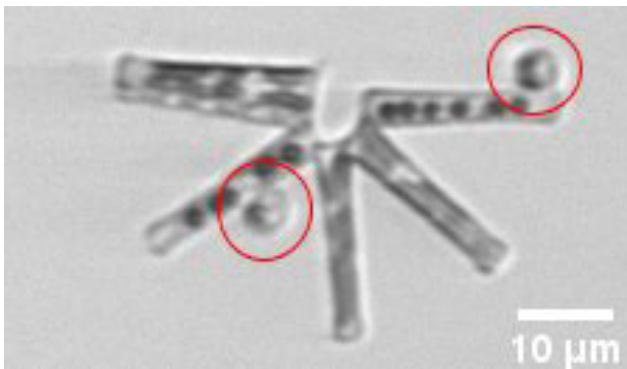


Kuva 1. Tartunnan saanut makean veden piilevä *Asterionella formosa*. Nuoli osoittaa piiskasiimasienen itiöpesäkkeen. Kuva: Silke van den Wyngaert.

Tässä tutkimuksessa tarkastelin, mitkä Itämeren kasviplanktonit näyttävät olevan alttiita saamaan loistartunnan. Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että eniten loistartuntoja on yleisillä tai keijuston runsaslukuisimmilla kasviplanktonlajeilla. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin, vaikuttavatko loiset isäntäeliöihinsä ja milloin tartuntaepidemia saavuttaa huippunsa suhteessa isäntäeliöiden leväkukintaan. Aiemmat tutkimukset makean veden ympäristössä osoittavat, että epidemiat ilmaantuvat pian leväkukintohuipun jälkeen.

Suomen Ympäristökeskus keräsi tämän tutkimuksen aineiston Ilmatieteen laitoksen Utössä sijaitsevalta ilmakehä- ja merihavaintoasemalta. Tiedonkeruu tapahtui keväällä

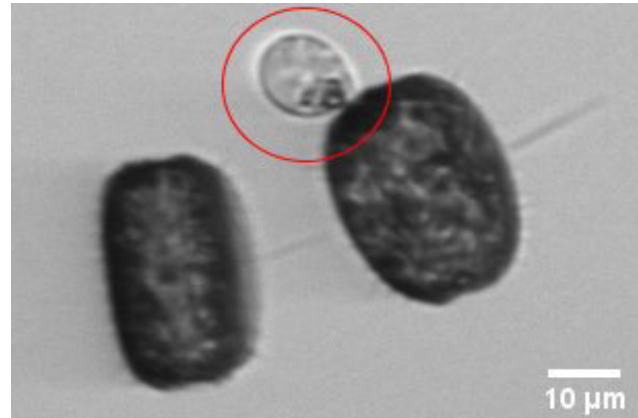
2021 käyttämällä Imaging FlowCytobot -näytteenottolaitetta (tämän jälkeen IFCB; McLane Research Laboratories, Inc., Yhdysvallat). Laite ottaa merestä noin 5 ml:n vesinäytteen 20 minuutin välein, minkä jälkeen laite analysoi näytteen automaattisesti. Laite säädetään ottamaan valokuva aina silloin kun näytteessä havaitaan klorofylli a, jolloin saadaan kokoelma valokuvia vesinäytteessä olevista yksittäisistä kasviplanktonin soluista tai kasviplanktonketjuista. Nämä kuvat lähetetään tietokantaan, joka luokittelee ne digitaalisiin kansioihin morfologisten erojen perusteella. Tuloksena on laaja taksonomisen tason mukaan lajiteltu kasviplanktonkuvien aineisto koko vuoden 2021 kevätkukinnan ajalta. Kuvista on myös mahdollista erottaa sienitartuntoja (Kuva 2).



Kuva 2. IFCB:llä otettu valokuva tartunnan saaneesta *Asterionella formosa* -levästä. Piiskasiimasienen itiöpesäkkeen on ympyröity. Kuva: Silke van den Wyngaert.

Tästä laajasta aineistosta valitsin tutkimuskohteiksi seuraavat neljä piileväryhmää: Centrales, *Chaetoceros* spp., *Skeletonema marinoi* ja *Pauliella taeniata*. *Chaetoceros* spp. -ryhmästä tarkastelin levien muodostamat ketjut ja ryhmän yksittäiset solut erikseen. Tarkastelussa mukana olleet ajanjaksot rajoittuivat leväryhmien esiintymisessä havaittuihin kevätkukinta-aikoihin. Sienitartunnat kasviplanktonilla havaittiin ennalta määrätyillä valintakriteereillä. Tartuntoja ei voitu vahvistaa tässä tutkimuksessa varmasti, joten niitä kutsutaan oletetuiksi tartuntoiksi. Kuvat, jotka osoittivat sienitartunnan kasviplanktonsolussa, kopioitiin ja tallennettiin

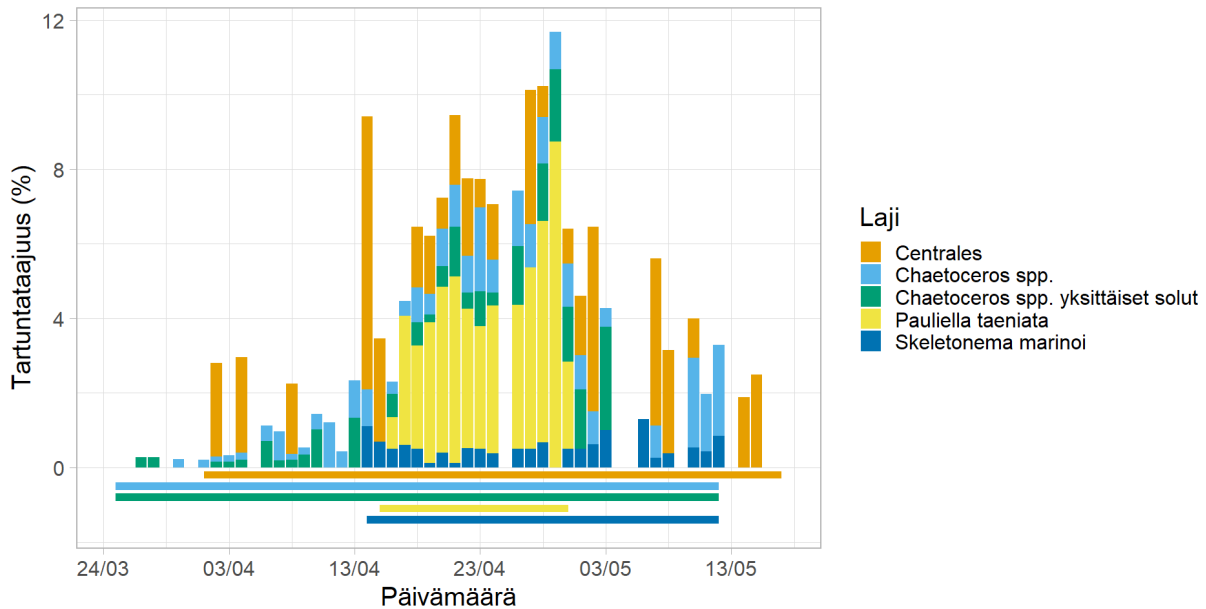
erillisiin kansioihin tarkempaa tarkastelua varten (Kuva 3). Oletetuista tartunnoista otettujen kuvien perusteella laskettiin päivittäinen tartuntataajuus ja päivittäinen tartuntaluku. Tartuntataajuutta ja kasviplanktonin esiintymistä tarkasteltiin graafisesti sekä tilastollisesti korrelaatio- ja regressioanalyysien avulla.



Kuva 3. Oletettu sienitartunta *Pauliella taeniata* -levällä. Oletettu sieniloinen on ympyröity. Kuva otettu IFCB-laitteella. Kuva: SYKE.

Tulokset

Tulokset osoittavat, että oletettuja sienitartuntoja löytyy kaikista tarkastelluista ryhmistä, mutta tartuntataajuus vaihteli melko paljon (Kuva 4). Korkein tartuntataajuus ei ollut halitsevimmalla *S. marinoi* -kasviplanktonilajilla, vaan paljon harvinaisemmalla *P. taeniata* -lajilla. Kasviplanktonin ja tartunnan välinen regressioanalyysi osoitti, että kasviplanktonin määrän lisääntyminen selittää tartuntamäärien kasvun kaikissa muissa paitsi *Chaetoceros* spp -ryhmässä. Ei voitu kuitenkaan osoittaa, että kasviplanktonin sienitartuntojen esiintymistiheys vaikuttaisi negatiivisesti leväkukintaan. Kaikissa tarkastelluissa ryhmissä oli merkkejä infektion ja isäntäeliön välisestä, tiheydestä riippuvasta suhteesta, toisin sanoen tartuntaluvut lisääntyvät kasviplanktonpopulaatioiden lisääntyessä. Kuitenkin vain *P. taeniata* - ja *S. marinoi* -lajien leväkukinnoilla epidemia kiihtyi aikaväivellä leväkukintojen lisääntymisen jälkeen, kun taas muiden ryhmien tartuntamäärät seurasivat enemmän tai vähemmän välittömästi kas-



Kuva 4. Päivittäinen tartuntataajuus lajeittain. Kuvan alla olevat vaakasuorat palkit osoittavat tutkimuksen piilevien kevätukinta-ajan pituuden. Kuva: Karin Madsén.

viplanktonin määrän lisääntymistä.

Pohdinta

Epäiltyjä infektioita löytyi kaikista tässä tutkimuksessa tutkituista ryhmistä, mutta tartuntaluvut olivat alhaisemmat kuin luvut tavallisesti ovat makean veden ympäristöissä (Gsell ym. 2022). Lisätutkimuksiin tulisi sisällyttää muita kasviplanktonlajeja ja -tyyppejä tutkimusalueen laajuuden lisäämiseksi. Esimerkiksi voisi tutkia, löytyykö sieniloisia Dinoflagellata- tai Cyanobacteria -lajeista. Tärkeää olisi myös selvittää, miksi *S. marinoi* vastusti tartuntoja, vaikka se on hyvin yleinen piilevä Itämerellä. Lajilla on mahdollisesti jonkinlainen puolustuskyky loisia vastaan. Koska tartuntoja oli niin vähän, ei sen tapauksessa voida puhua epidemioista. On kuitenkin tärkeää huomata, että tämä tutkimus keskittyi vain yhteen kevätukintaan. Muina vuodenaikoina tai muiden vuosina kevätukinnat voivat antaa tartunnan suhteen täysin erilaisia tuloksia kuin tämä kevään 2021 aineistoon perustunut tutkimus.

Tämä tutkimus oli ensimmäinen laatuaan, eikä havaittuja, oletettuja tulehduksia voida varmuudella pitää aitoina sieni-infektioina. Tä-

män menetelmän kehittäminen edelleen edellyttäisi lajitteluvaiheen validointia, esimerkiksi vertaamalla IFCB:n vesinäytteestä lajittelemia, oletettuja infektioita samasta vesinäytteestä mikroskoopilla havaittuihin infektioihin. Tämän tutkimuksen tulokset ovat kuitenkin tärkeitä kehitettäessä kuvavirtausytometriaa menetelmänä, joka on suhteellisen uusi menetelmä kasviplanktonitutkimuksessa. Kuvavirtausytometrialla on valtava potentiaali, sillä automatisoidun vesinäytteiden oton ja analysoinnin avulla tiedonkeruu- ja analysointivaihetta voidaan tehostaa huomattavasti, mikä lisää mahdollisuuksia analysoida kasviplanktonyhteisöjä tarkemmin.

Kirjallisuus

- Falkowski PG, & Raven JA 2007 An Introduction to Photosynthesis in Aquatic Systems. In Aquatic Photosynthesis, STU-Student edition, 1–43. Princeton University Press; JSTOR. <http://www.jstor.org.ezproxy.vasa.abo.fi/stable/j.ctt4cgbxs.5>
- Frenken T ym. 2017 Integrating chytrid fungal parasites into plankton ecology: Research gaps and needs: Research needs in plank-

ton chytridiomycosis. *Environ. Microbiol.* 19: 3802–3822. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.13827>

Gleason FH ym. 2011 Zoosporic true fungi in marine ecosystems: A review. *Mar. Freshw. Res.* 62: 383. <https://doi.org/10.1071/MF10294>

Gsell AS ym. 2022 Long-term trends and seasonal variation in host density, temperature, and nutrients differentially affect chytrid fungi parasitising lake phytoplankton. *Freshw. Biol.* 67: 1532–1542. <https://doi.org/10.1111/fwb.13958>

Reñé A ym. 2022 The new chytridiomycete *Paradinomyces triforaminorum* gen. Et sp. Nov. Co-occurs with other parasitoids during a *Kryptoperidinium foliaceum* (Dinophyceae) bloom in the Baltic Sea. *Harmful Algae* 120: 102352. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102352>

Sommer U ym. 2012 Beyond the Plankton Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 43: 429–448. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-110411-160251>

Van den Wyngaert S ym. 2017 A New Parasitic Chytrid, *Staurastromyces oculus* (Rhizophydiales, Staurastromycetaceae fam. Nov.), Infecting the Freshwater Desmid *Staurastrum* sp. *Protist* 168: 392–407. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2017.05.001>

Karin Madsén valmistui ympäristö- ja meribiologian maisteriksi vuonna 2023 Åbo Akademista. Tällä hetkellä hän työskentelee Turussa biologian ja maantieteen opettajana St Olofsskolanissa.

Kirjoittaja: kmadsen@abo.fi



Purjehtijoita Suomenlinnan edustalla 1969. Maaliskuun 22. päivänä 2024 tuli kuluneeksi 50 vuotta Itämeren suojelusopimuksen allekirjoituspäivästä. Puolivuosisataa kestäneistä suojeluponnisteluista huolimatta Itämeren ympäristönsuojelussa on edelleen toivomisen varaa. Kuva: Hannu Lindroos, Museoviraston journalistinen kuva-arkisto.