

Fylogeni og taksonomi af tropiske, fritlevende furealger – artsdiversitetsundersøgelse i en moderne kontekst

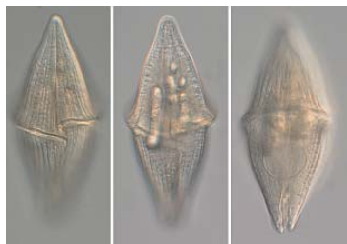
Af projektleder, lektor, ph.d. Niels Daugbjerg, Biologisk Institut, Københavns Universitet

Togtben 7

Øvrige medlemmer af projektgruppen: Gert Hansen (forskningslektor), Maria Hastrup-Jensen (specialestuderende) og Øjvind Moestrup (professor) – alle fra Biologisk Institut, Københavns Universitet.

Projektets baggrund

Furealger er hovedsagelig encellede eukaryote flagellater og inddeles i to hovedgrupper: (i) dem med et panser af celluloseplader og (ii) dem uden et panser af celluloseplader. På globalt plan findes der ca. 2.500 nuclelevende arter, og et tilsvarende antal kendes kun fra fossile aflejringer. Vores kendskab til artsdiversiteten af fritlevende furealger i det Indiske Ocean er baseret på 30 år gamle (eller ældre) undersøgelser, og alle er udført på dødt materiale. Idet den ene af de to hovedgrupper af furealger er særdeles vanskelig at erkende i dødt materiale, er der en betydelig del af den samlede biologiske mangfoldighed af furealger, som endnu ikke er karakteriseret fra et stort havområde som det Indiske Ocean. For at udvide vores forståelse af furealgerne artsdiversitet ville en deltagelse på Galathea 3-ekspeditionen derfor give os en unik mulighed for - ved indsamling af levende materiale - at undersøge artsdiversiteten af specielt de furealger, som ikke har et panser af celluloseplader.



Farveløse (heterotrof) furealge tilhørende slægten *Gyrodinium*. Denne slægt mangler et panser af celluloseplader. Bemærk de tydelige striber på langs af cellen. Cellekernen med kondenserede kromosomer og en fortykket kernemembran ses på billedet til højre. Foto: Niels Daugbjerg og Gert Hansen

Derudover er størstedelen af de tidligere indsamlinger udført kystnært og ikke, som på Galathea 3, ved et transekt midt gennem det Indiske Ocean. Dertil kommer, at vores forståelse af slægtskabet inden for fritlevende, tropiske furealger er ganske ufuldstændigt. Kun et meget lille antal arter findes i kultursamlinger rundt om i verden, og mange af de farveløse (dvs. heterotrofe) arter kan slet ikke dyrkes i laboratoriet. Derfor skal ny viden genereres på basis af frisk indsamlede prøver, der behandles på en speciel måde, så de indsamlede celler kan anvendes til bestemmelse af deres dna-sekvenser.

Formål

Projektets grundlæggende formål er derfor at bidrage til vores forståelse af artsdiversiteten og slægtskabet af tropiske,

fritlevende furealger i det Indiske Ocean ved at studere levende materiale i frisk indsamlede vandprøver langs et transekt gennem oceanet. Derudover er formålet at sammenligne den artsdiversitet, vi finder ude i oceanet, med den, der kan observeres kystnært (Australiens nordvestkyst). For at belyse de fritlevende furealgers slægtskabsrelationer, dels indbyrdes og dels med furealger fra andre klimabælter, vil dna-sekvensen for det kernekodede gen LSU rDNA ("large subunit ribosomal DNA") blive bestemt. De efterfølgende slægtskabsanalyser vil kunne belyse deres naturlige relationer og derfor blive brugt til enten at be- eller afkræfte den taksonomi, som benyttes i dag.

Fotodokumentation til artsbestemmelse er af afgørende betydning for kvaliteten af dette arbejde og vil derfor blive baseret på still-billeder med høj opløsning og High Definition videooptagelser. De frisk indsamlede prøver vil også blive fikseret i Lugol og præpareret til scanningelektronmikroskopi og supplerende dna-bestemmelse af furealger med et panser af cellulose efter hjemkomsten til laboratoriet i København.

Indsamling og arbejdet om bord på VÆDDEREN

Dette projekt blev afviklet som en del af togtben 7 fra Cape Town til Perth (Freemantle) via Broome. Tværs gennem det Indiske Ocean indsamlede vi prøver fra samtlige de 10 stationer, der blev givet mulighed for. Derudover indsamlede vi vandprøver fra samtlige stationer på Broome-transektet (10 i alt). Netplanktonprøver og opkoncentrerede vandprøver blev undersøgt ved brug af lysmikroskopi, og enkeltceller blev isoleret med kapillærpipette i et stereomikroskop og overført til 0.2 µl rør. En delprøve fra samtlige netplanktonprøver blev fikseret i Lugol, så dette materiale senere kan benyttes til scanningelektronmikroskopi og yderligere isolering af enkeltceller til dna-sekvensbestemmelse efter hjemkomsten.

Berigelseskulturer (dvs. vandprøver tilsat næringssalte) blev etableret på udvalgte vandprøver og opbevaret i et bassin med gennemløbende overfladevand. Enkeltceller blev fikseret og forberedt til tyndsnitning og senere finstrukturelle studier af den indre udformning samt studier af indholdet af fødevakuoler.

Selvom det ville have været ønskeligt med flere indsamlede prøver på tværs af det Indiske Ocean for derved at få en bedre opløsning og dermed forståelse for artsdiversiteten af tropiske furealger, konkluderer vi dog, at antallet af prøver er tilstrækkeligt til at dække formålet med undersøgelsen.

Status for forskningsresultater

Vi er ved at etablere en komplet liste over vores identifikationer af de tropiske, fritlevende furealger baseret på de ca. 2.500 billeder, vi har taget om bord på VÆDDEREN, samt notater til de enkelte prøver. Dertil kommer, at bearbejdelsen af prøver til scanningelektronmikroskopi blot er påbegyndt for nylig, og den arbejdsproces vil tage det næste års tid.



To autotrofe furealger tilhørende slægten *Ceratium* med et panser af cellulose. Til venstre ses *C. gravidum* og til højre ses *C. platycorne*. Disse furealger tilhører det skyggetilpassede furealgesamfund, som lever på ca. 150 meters dybde. Bemærk, hvordan kloroplasterne (de brune partier) ligger spredt ud i hele cellen - en tilpasning til en begrænset lysmængde. Foto: Niels Daugbjerg og Gert Hansen

Den molekylære karakterisering af det fritlevende furealgesamfund er ligeledes startet, og vi har allerede bestemt LSU rDNA-sekvenser fra mere end 20 forskellige arter. Da disse sekvenser er baseret på enkeltceller, har vi indlagt en kvalitetskontrol på vores sekvensbestemmelse, som bevirker, at sekvenser fra de forskellige arter bestemmes to gange uafhængigt af hinanden. Dette sikrer den nødvendige grad af troværdighed i det molekylære arbejde – men gør det samtidig dobbelt så dyrt og tidskrævende.

Planer for den kommende forskningsindsats

Arbejdet med at artsbestemme furealger fra de 20 stationer, hvorfra vandprøver blev indsamlet, fortsætter et års tid endnu. I dette arbejde indgår registrering af indsamlingens geografiske placering, således at vi samtidig får en forståelse af den biogeografiske fordeling af de tropiske furealger. Laboratoriearbejdet fortsætter ligeledes med genetisk karakterisering af så mange af de observerede arter som økonomisk muligt ved bestemmelse af dna-sekvensen, der koder for LSU rDNA. De første resultater forventes at blive skrevet sammen til en eller flere artikler i slutningen af indeværende år.

Desværre blev de mange berigelseskulturer etableret under selve togtet efterladt af lufthavns-personalet i Heathrow Airport. Selvom de tropiske, fritlevende furealger blev opbevaret i en isoleret transportkasse, overlevede de ikke et døgn ved en lav november-temperatur i London. Efter den forsinkede ankomst har genoplivningsforsøg være resultatløse.

Status for formidling

Projektet har haft stor succes på den formidlingsmæssige side med artikler i følgende danske dagblade: Politiken, Berlingske Tidende, JydskeVestkysten og Jyllands-Posten. Dertil kommer bidrag i form af videointerview til EMU (Danmarks Undervisningsportal) omhandlende synkehastighed og tiltænkt undervisning i gymnasieskolen.

En helsidesartikel i Politiken forfattet af journalist Daniel Bergsagel og med store farvebilleder af furealger, som vi har taget om bord på VÆDDEREN, har bl.a. inspireret kunstneren Øivind Nygård til at inkludere hele to furealger på den nye 20-krone udgivet af Den Kgl. Mønt på dagen for VÆDDERENS hjemkomst. Denne form for formidling overgår selv vores mest optimistiske forhåbninger om at nå ud i den brede offentlighed og vil være et evigt minde om nogle af resultaterne fra vores Galathea 3-projekt.

Planer for formidling

Undertegnede skriver på en populærvidenskabelig artikel om projektets baggrund, arbejdet om bord på VÆDDEREN og endelig de første resultater. Artiklen er tiltænkt *Naturens Verden* – et dansk tidsskrift, som henvender sig til en bred målgruppe.

Vores arbejde vil desuden resultere i et antal videnskabelige afhandlinger, som vil blive trykt i internationale tidsskrifter. Den internationale formidling vil også ske i form af en hjemmeside på engelsk med adgang for alle. Hjemmesiden vil indeholde referencer til den vigtigste bestemmelseslitteratur til tropiske, fritlevende furealger, lys- og elektronmikroskopiske billeder af de observerede arter, beskrivelser, udbredelse m.m. Den databasebaserede "skal", som ligger til grund for hjemmesiden, er færdigprogrammeret. Derfor kan resultaterne fra projektet nu overføres til databasen, hvorefter de bliver tilgængelige for alle.

Afsluttende bemærkninger

Vi vil gerne rette en stor tak til skibschef Carsten Schmidt og hans besætning på VÆDDEREN for deres store hjælp, mens vi var om bord på VÆDDEREN. Søværnets indstilling gjorde, at vi fik optimale arbejdsbetingelser, selvom pladsen var trang – specielt i containerne.