



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Phylogenetic, taxonomic and biogeographical studies in the Pithophoraceae (Cladophorales, Chlorophyta)

Boedeker, C.

Citation

Boedeker, C. (2010, December 21). *Phylogenetic, taxonomic and biogeographical studies in the Pithophoraceae (Cladophorales, Chlorophyta)*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/16263>

Version: Corrected Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/16263>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

In dit proefschrift wordt de complexe taxonomie van de *Aegagropila*-clade opgehelderd aan de hand van morfologische en moleculair-fylogenetische methodes. Deze studie resulteerde in een nieuwe omschrijving van de familie Pithophoraceae, de beschrijving van twee nieuwe genera en verschillende nieuwe combinaties. Fylogenetische analyses hebben verder geleid tot een beter begrip van morfo-ecologische evolutie binnen de groep, zoals de evolutie van een heterotriche groeivorm als adaptatie aan veranderlijke milieuomstandigheden. Geselecteerde taxa werden in detail bestudeerd. Zo werd de historische biogeografie van *Aegagropila linnaei* onderzocht in functie van verspreidingscapaciteit en glaciële refugia. Bij deze soort werd ook de ecologie van achteruitgaande en bedreigde populaties bestudeerd.

Hoofdstuk 2

Het voorkomen van *Aegagropila linnaei* in Nederland

De zoetwateralg *Aegagropila linnaei* is het best bekend als bolvormende planten op de bodem van meren. In Nederland kwam deze soort voor in acht locaties tot in de jaren 1960. Na 1967 is de alg niet meer waargenomen. In deze studie werd het voorkomen van *A. linnaei* in Nederland onderzocht door alle historische locaties te bemonsteren. De onderzochte habitats bleken drastisch veranderd te zijn in de afgelopen 50 jaar en waren sterk geëutrofeerd. Slechts in twee van de acht locaties werd de soort teruggevonden. De identiteit van de bemonsterde filamenten werd geverifieerd aan de hand van morfologie en rDNA-sequentiebepaling. Slechts in één locatie (Zuideindigerwiede) werd een gezonde populatie aangetroffen. Sterk geëutrofeerde habitats die recent hersteld werden tot mesotrofe habitats waren niet opnieuw gekoloniseerd. Als gevolg daarvan wordt *Aegagropila linnaei* beschouwd als een bedreigde soort in Nederland.

Hoofdstuk 3

Globale achteruitgang en bedreigingen van *Aegagropila linnaei*, met bijzondere aandacht voor de bolvormende groeivorm in meren

De wereldwijde verspreiding van *Aegagropila linnaei* werd onderzocht op basis van ruim 1200 specimens uit 28 herbaria, literatuurgegevens en veldwaarnemingen. De soort werd aangetroffen in 283 locaties, voornamelijk in Midden- en Noord-Europa, en een kleine minderheid in Noord-Amerika. De soort komt voornamelijk voor in oligo-mesotrofe meren met een matig tot hoog calciumgehalte. In meer dan de helft van de locaties werd *A. linnaei* niet meer aangetroffen in de afgelopen 30 jaar. Deze achteruitgang is gecorreleerd met veranderingen in de trofische staat van de meren. De niet-vastgehechte groeivormen vertonen een sterkere achteruitgang dan vastgehechte populaties, mogelijk als gevolg van de specifiekere habitats waarin ze voorkomen.

Hoofdstuk 4

Biogeografie van *Aegagropila linnaei*: een wijdverspreide zoetwateralg met een beperkte dispersiecapaciteit vertoont een glaciële imprint in de distributie

Aegagropila linnaei wordt algemeen beschouwd als een zeldzame soort. De soort komt niet voor in een groot aantal, schijnbaar geschikte habitats van het noordelijk halfrond. *Aegagropila linnaei* plant zich voort door middel van vegetatieve fragmentatie en droogte-resistente akineten worden niet gevormd, wat een lage dispersiecapaciteit doet vermoeden. De dispersiecapaciteit van de soort werd verder onderzocht door middel van uitdrogingsexperimenten van vegetatieve filamenten en deze resultaten werden vergeleken met andere wijdverspreide zoetwater Cladophorales. Ribosomaal DNA sequenties van populaties uit het volledige verspreidingsgebied werden geanalyseerd. Vier van de vijf genotypes hebben beperkte, lokale geografische distributies. Deze sequentiegegevens en de lage uitdrogingstolerantie impliceert een beperkte dispersiecapaciteit. Het ene genotype met een wijde verspreiding bleek beduidend toleranter te zijn voor uitdroging dan de genotypes met beperktere distributies. Het merendeel van de Europese locaties van *A. linnaei* is gelegen in gebieden die met ijs bedekt waren tijdens de laatste ijstijd. Het huidige distributiepatroon van de soort moet dan ook bekeken worden als functie van ijstijden, mogelijke refugia en lage dispersiecapaciteit.

Hoofdstuk 5

Nucleair ribosomaal DNA sequenties van *Wittrockiella amphibia* (Collins) comb. nov. en morfologische karakterisering van de matvormige groeivorm

De slecht bekende soort *Cladophora amphibia* werd voor het eerst teruggevonden sinds de aanleg van de type collectie uit Californië in 1903. Morfologische en ecologische kenmerken van deze soort overlappen sterk met die van *Wittrockiella paradoxa*. Ribosomaal DNA sequenties (inclusief de variabele ITS2 regio) van de twee taxa lijken heel sterk op elkaar. De zeven puntmutaties in de ITS2 regio tussen de twee taxa worden beschouwd als intraspecifieke variatie binnen eenzelfde soort. Omdat *C. amphibia* eerder werd beschreven, wordt *W. paradoxa* een taxonomisch synoniem van *C. amphibia*, en de nieuwe combinatie *Wittrockiella amphibia* (Collins) comb. nov. is vereist. Ten slotte werd de heterotriche groeivorm van deze soort in detail gekarakteriseerd.

Hoofdstuk 6

***Cladophoropsis brachyartra* uit het zuiden van Zuid-Amerika is een synoniem van *Wittrockiella lyallii*, een soort die voordien beschouwd werd als endemisch voor Nieuw-Zeeland**

Wittrockiella lyallii is een slecht bekende soort en wordt beschouwd als endemisch voor het zuiden van Nieuw-Zeeland. Een herbariumexemplaar uit het zuiden van Chili komt overeen met de beschrijving van *W. lyallii*. Verder onderzoek wees uit dat de Zuid-Amerikaanse soort *Cladophoropsis brachyartra* morfologisch en ecologisch zeer sterk op *W. lyallii* lijkt. Ribosomaal DNA sequenties (inclusief de "internal transcribed spacer" [ITS]), van Chileens en Nieuw Zeelands materiaal zijn identiek, wat kan wijzen op recente lange afstands-verspreiding van Nieuw-Zeeland naar Zuid-Amerika. Op basis van deze morfologische, ecologische en moleculaire data wordt *Cladophora*

brachyartrus gesynonymiseerd met *W. lyallii*. Ten slotte wordt de disjuncte verspreiding van de soort besproken in functie van zeewatertemperatuur, habitatbeschikbaarheid in de Zuidelijke Oceaan en uitbreiding van het zeeijs tijdens de laatste ijstijd.

Hoofdstuk 7

Moleculaire fylogenie, taxonomie en niche evolutie van de *Aegagropila*-clade (Cladophorales, Chlorophyta), en de beschrijving van *Aegagropilopsis* gen. nov. en *Pseudocladophora* gen. nov.

De *Aegagropila*-clade werd recent gekarakteriseerd op basis van DNA sequentiegegevens. Deze clade vormt een zustergroep met de twee andere, voornamelijk mariene Cladophorales clades (de *Cladophora*- en *Siphonocladus*-clade). In tegenstelling tot deze clades komen soorten van de *Aegagropila*-clade voornamelijk voor in zoet- en brakwater habitats. Tot voor kort waren DNA sequenties slechts voor enkele soorten voorhanden en taxonomische wijzigingen binnen de clade bleven beperkt. In deze studie worden fylogenetische relaties binnen de *Aegagropila*-clade onderzocht aan de hand van DNA sequenties van twee ribosomale genen (SSU en LSU rDNA) van een groot aantal soorten. Fylogenetische relaties tonen aan dat enkele taxonomische wijzigingen noodzakelijk zijn. Een nieuw genus, *Pseudocladophora*, wordt opgericht voor de enige mariene soorten uit de groep, *Cladophora horii* en *C. conchopheria*, die samen een zusterclade met de rest van de *Aegagropila*-clade vormen. *Cladophorella calcicola* blijkt binnen de *Wittrockiella*-clade te vallen, en de soort wordt naar dit genus overgeplaatst. Het monotypische genus *Arnoldiella* valt binnen het epizoöfytische genus *Basycladia*, en door de prioriteitsregel worden alle *Basycladia* soorten overgeplaatst naar *Arnoldiella*. Het monotypische genus *Aegagropila* uit gematigde streken bleek nauw verwant aan het (sub)tropische genus *Pithophora*, dat waarschijnlijk slechts een enkele fenotypisch plastische soort vertegenwoordigt. Een subclade die nauw verwant is aan *Aegagropila* en *Pithophora* bestaat uit tropische soorten met een *Cladophora*-achtige morfologie. Voor deze subclade wordt het nieuwe genus *Aegagropilopsis* voorgesteld.

Verschillende morfologische, ultrastructurele en biochemische diagnostische kenmerken werden eerder gesuggereerd voor de *Aegagropila*-clade. Reëvaluatie van deze kenmerken, met inbegrip van nieuwe gegevens over pyrenoïd ultrastructuur, wijzen uit dat geen enkel van deze kenmerken uniek is voor de clade. De oude familienaam *Pithophoraceae* wordt opnieuw opgenomen als naam voor de *Aegagropila*-clade, en dit taxon wordt momenteel uitsluitend omschreven door de DNA sequentiegegevens.

De meeste soorten *Pithophoraceae* komen voor in habitats met sterk wisselende milieu-omstandigheden en verminderde competitie. De brede fysiologische range van deze organismen en de heterotriche groeivorm van *Wittrockiella* en *Arnoldiella* zijn waarschijnlijk adaptaties aan deze veranderlijke en vaak barre milieuomstandigheden.