



UvA-DARE (Digital Academic Repository)

Colourful coexistence : a new solution to the plankton paradox

Stomp, M.

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Stomp, M. (2008). Colourful coexistence : a new solution to the plankton paradox. Amsterdam.

General rights

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use, unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Disclaimer/Complaints regulations

If you believe that digital publication of certain material infringes any of your rights or (privacy) interests, please let the Library know, stating your reasons. In case of a legitimate complaint, the Library will make the material inaccessible and/or remove it from the website. Please Ask the Library: <https://uba.uva.nl/en/contact>, or a letter to: Library of the University of Amsterdam, Secretariat, Singel 425, 1012 WP Amsterdam, The Netherlands. You will be contacted as soon as possible.

Samenvatting

Licht is een essentiële bron van energie voor fotosynthese, en speelt daarmee een sleutelrol bij de primaire productie van aquatische en terrestrische ecosystemen op aarde. Wit zonlicht bestaat uit een spectrum van kleuren, variërend van blauw voor korte golflengtes tot rood voor langere golflengtes. De kleuren licht die door een fytoplankton soort geabsorbeerd kunnen worden, zijn afhankelijk van de pigment samenstelling van de betreffende soort. Soorten met rode pigmenten bijvoorbeeld, absorberen veel groen licht, terwijl soorten met groene pigmenten veel rood licht absorberen. Dit proefschrift behandelt de invloed van lichtkleur op de competitieve interacties tussen fytoplankton soorten. In dit hoofdstuk zal ik de centrale vragen die ten grondslag liggen aan dit proefschrift samenvatten, tezamen met de antwoorden die ik tijdens mijn onderzoek gevonden heb.

***Vraag 1:** Kunnen verschillen in pigmentatie tussen fytoplankton soorten leiden tot co-existentie door middel van een subtiële vorm van niche differentiatie?*

Om deze vraag te beantwoorden, bestudeerden we de competitie om licht tussen rode en groen picocyanobacteriën afkomstig uit de Baltische zee. De rode soort bevat veel van het rode pigment fycoerythrine, dat groen licht absorbeert. De groene soort bevat veel van het blauwgroene pigment fyocyanine dat rood licht absorbeert. We hebben een model ontwikkeld dat de spectrale aspecten beschrijft van competitie om licht tussen fytoplankton soorten. We gebruikten monocultuur gegevens van de rode en groene picocyanobacteriën om het model te parameteriseren. De volgende stap was om de voorspellingen van het model te toetsen met competitie experimenten tussen de rode en groene soort. De bevindingen van theorie en experimenten waren als volgt:

- In groen licht won de rode soort, en verdreef de groene soort.
- In rood licht won de groene soort, en verdreef de rode soort.
- In wit licht co-existeerden de rode en de groene soort.

Deze resultaten vormden het eerste experimentele bewijs dat verschillend gepigmenteerde fytoplankton soorten kunnen co-existeren door het lichtspectrum onderling te verdelen. Bovendien lieten de resultaten zien dat er geen co-existentie mogelijk was, wanneer er slechts één lichtkleur werd aangeboden. In dit geval won de soort waarvan de pigment samenstelling het best was aangepast aan deze lichtkleur.

***Vraag 2:** Kunnen we de verspreiding van rode en groene soorten verklaren aan de hand van onderwater lichtkleur?*

In oceanen, zeeën en meren wordt de onderwater lichtkleur sterk bepaald door de troebelheid van het water. Met een toename van de concentratie opgeloste organische stof (hier aangeduid tot 'troebelheid'), verschuift de lichtkleur naar het rode deel van het spectrum. In heldere oceanen overheerst daarom blauw licht, terwijl in troebele meren de dominante onderwater lichtkleur rood is. We hebben ons competitie model gebruikt om voorspellingen te doen over

Samenvatting

de verspreiding van rode en groene picocyanobacteriën in oceanen, zeeën en meren. Om de voorspellingen te toetsen, bemonsterden we de picocyanobacteriën van 70 aquatische ecosystemen, variërend van heldere blauwe oceanen tot troebele bruine veenmeertjes. De modelvoorspellingen en de veldgegevens lieten de volgende resultaten zien:

- Rode stammen domineren de picocyanobacteriën in heldere oceanen, waar blauw licht overheerst.
- Groene stammen domineren de picocyanobacteriën in troebele wateren, waar rood licht overheerst.
- Rode en groene picocyanobacteriën co-existeren in wateren met een gematigde troebelheid (bv. kustwateren, mesotrofe meren), waar de lichtkleur mogelijkheden biedt voor zowel fycoerythrine als fycocyanine.

De geleidelijke overgang van rode naar groene picocyanobacteriën met toenemende troebelheid, geeft aan dat lichtkleur een belangrijke bepalende factor is voor de fytoplankton samenstelling van oceanen, zeeën en meren. Bovendien blijkt uit de resultaten dat niche differentiatie vele mogelijkheden biedt voor co-existentie in wateren met een gematigde troebelheid, zoals kustwateren en heldere meren.

Vraag 3: Welke niches in het lichtspectrum zijn beschikbaar voor fototrofe micro-organismen?

We berekenden en bepaalden de onderwater lichtspectra in verschillende aquatische ecosystemen, die varieerden van zeer helder water (oceanen) tot extreem troebele systemen (bv. microbiële matten). De berekeningen en metingen lieten de volgende resultaten zien:

- Er is geen geleidelijke overgang van blauwe naar rode lichtcondities met toenemende troebelheid. In plaats daarvan zijn er een aantal afzonderlijke niches in de onderwater lichtspectra te onderscheiden.
- Deze spectrale niches worden veroorzaakt door absorptie van licht door vibrerende watermoleculen.
- De niches in de onderwater licht spectra vallen samen met de absorptie spectra van de belangrijkste fotosynthese pigmenten op aarde.

Dit impliceert dat de moleculaire eigenschappen van water een belangrijke rol hebben gespeeld bij de evolutie van fototrofe micro-organismen op aarde.

Vraag 4: Welke rol speelt complementaire chromatische adaptatie in competitie om licht tussen fytoplankton soorten?

Sommige cyanobacteriën kunnen de concentraties van fycoerythrine en fycocyanine in hun cel aanpassen aan de heersende lichtkleur, en kunnen daarmee hun kleur veranderen van rood naar groen, en vice versa. Deze flexibiliteit in pigment samenstelling wordt complementaire chromatische adaptatie genoemd. We bestudeerden de prestaties van de flexibele soort *Tohyothrix* in competitie met zowel rode als groene picocyanobacteriën.

Uit de model voorspellingen en competitie experimenten bleek het volgende:

- *Tolythrix* werd rood van kleur in competitie met groene picocyanobacteriën.
- *Tolythrix* werd groen van kleur in competitie met rode picocyanobacteriën.

Dus *Tolythrix* was in staat om de lichtkleur te absorberen die zijn tegenstander niet gebruikte, wat co-existentie mogelijk maakte. *Tolythrix* lijkt dus voordeel te hebben van complementaire chromatische adaptatie. Echter, het aanpassen van de pigment samenstelling kost tijd, en chromatische adaptatie is daarom misschien minder van nut in een omgeving waarin de lichtkleur snel verandert. We bestudeerden het tijdsaspect van chromatische adaptatie bij de flexibele soort *Pseudanabaena* in competitie met rode en groene picocyanobacteriën. De lichtkleur van het inkomende licht fluctueerde van rood naar groen met verschillende frequenties (langzaam, gematigd en snel). Theorie en experimenten lieten het volgende zien:

- *Pseudanabaena* won altijd, en verdreef de picocyanobacteriën volledig.
- Bij langzame fluctuaties verliep het verdrijven van de picocyanobacteriën door *Pseudanabaena* beduidend sneller dan bij snelle fluctuaties.

Hieruit blijkt dat complementaire chromatische adaptatie voordelig is voor een soort in competitie om licht, mits er voldoende tijd is voor deze soort om zijn pigment samenstelling volledig aan te passen aan de heersende lichtkleur.

De antwoorden op de vier centrale vragen van het proefschrift geven aan dat lichtkleur een belangrijke rol speelt in de competitie om licht tussen fytoplankton soorten. Dit leidt tot de conclusie dat het van cruciaal belang is om de factor lichtkleur mee te nemen bij het verklaren en voorspellen het verklaren en voorspellen van de soortensamenstelling van het fytoplankton.

Samenvatting