Downloaded from UvA-DARE, the institutional repository of the University of Amsterdam (UvA)
http://dare.uva.nl/document/174887

File ID	174887
Filename	Samenvatting

SOURCE (OR PART OF THE FOLLOWING SOURCE):

Type	Dissertation
Title	Out of balance: implications of climate change for the ecological stoichiometry of harmful cyanobacteria
Author	D.B. van de Waal
Faculty	Faculty of Science
Year	2010
Pages	144
ISBN	978-94-61080-45-5

FULL BIBLIOGRAPHIC DETAILS:
http://dare.uva.nl/record/341589

Copyright

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.

UvA-DARE is a service provided by the library of the University of Amsterdam (http://dare.uva.nl)

Samenvatting

Al het leven op Aarde bestaat uit een aantal chemische elementen, zoals koolstof (C), stikstof (N) en fosfor (P). Primaire producenten staan aan de basis van het voedselweb in zowel aquatische als terrestrische ecosystemen, omdat ze anorganische elementen omzetten in organische stoffen zoals koolhydraten en eiwitten. Deze organische stoffen vormen een voedselbron voor vele dieren, die op hun beurt de opgenomen koolstof, stikstof en fosfor doorgeven aan de hogere niveaus in het voedselweb. Het onderzoeksveld 'Ecologische Stoichiometrie' bestudeert de balans tussen deze chemische elementen om de complexe relaties van organismen met hun omgeving te beschrijven.

In dit proefschrift worden de volgende hoofdvragen gesteld:

1) Wat is het effect van klimaatverandering op de beschikbaarheid van koolstof, nutriënten en licht in het water, en hoe beïnvloedt dit de ecologische stoichiometrie van aquatische ecosystemen (Hoofdstuk 2)?
2) Hoe beïnvloeden veranderingen in de beschikbaarheid van CO_2, nutriënten en licht de stikstof:koolstof stoichiometrie en toxine productie in giftige cyanobacteriën (blauwalgen) (Hoofdstuk 3-5)?
3) Wat zijn de gevolgen van toenemende CO_2 concentraties voor de concurrentie tussen fytoplanktonsoorten (Hoofdstuk 6)?

Voor het beantwoorden van de eerste vraag hebben we een uitgebreid literatuuronderzoek uitgevoerd (Hoofdstuk 2). Een hogere temperatuur zorgt voor een sterkere stratificatie (gelaagdheid) van aquatische systemen, waardoor er minder verticale menging kan optreden en de toestroom van nutriënten naar de bovenlaag van het water afneemt. Stijgende CO_2 concentraties gecombineerd met een afname van de nutriëntenbeschikbaarheid zal de nutriënt:koolstof ratio van fytoplankton verlagen. Fytoplankton met een lage nutriënt:koolstof ratio is van een slechte voedselkwaliteit voor de meeste zoöplanktonsoorten. Daardoor kan de soortensamenstelling van het zoöplankton alsmede de organismen op hogere niveaus in het voedselweb verschuiven naar soorten die minder nutriënten nodig hebben. Dus klimaat-gerelateerde veranderingen in de ecologische stoichiometrie van het fytoplankton kunnen de samenstelling en het functioneren van het totale aquatische ecosysteem beïnvloeden.

Voor het beantwoorden van de tweede vraag hebben we laboratorium experimenten uitgevoerd met de cyanobacterie *Microcystis aeruginosa*, die de gifstof microcystine produceert (Hoofdstuk 3). Bij een hoge beschikbaarheid van CO_2 en nitraat gaat de

stikstof:koolstof ratio van *Microcystis* cellen omhoog. Daarnaast bevatten deze cellen ook een hoog gehalte aan microcystines, met name van de stikstofrijke variant microcystine-RR. Echter, onder stikstof-gelimiteerde condities hebben de cellen van *Microcystis* juist een lage stikstof:koolstof ratio en een laag gehalte microcystine-RR. We vonden een vergelijkbare relatie in een aantal Nederlandse meren waarin *Microcystis* dominant is. Het relatieve gehalte microcystine-RR in deze meren nam toe met de stikstof:koolstof ratio van het seston.
Deze bevindingen komen overeen met de zogenaamde koolstof-nutriëntbalans hypothese, die oorspronkelijk is ontwikkeld om de samenstelling van secondaire metabolieten in terrestrische planten te verklaren. Voor zover ons bekend is dit de eerste keer dat deze hypothese gebruikt is voor het verklaren van de chemische samenstelling van gifstoffen in cyanobacteriën.

Dus de stikstof:koolstof stoichiometrie beïnvloedt de productie en samenstelling van gifstoffen in cyanobacteriën. Maar wat is het onderliggende fysiologische mechanisme hiervoor? Omdat microcystines bestaan uit aminozuren hebben we eerst gekeken of toevoeging van aminozuren invloed heeft op de productie van verschillende microcystine-varianten in de giftige cyanobacterie *Planktothrix agardhii* (Hoofdstuk 4). Na toevoeging van leucine aan het groeimedium nam de ratio van microcystine-LR/microcystine-RR in de cellen toe, terwijl na toevoeging van arginine deze ratio juist afnam. Daarna hebben we in een vervolgexperiment *P. agardhii* gekweekt onder stikstof-arme condities. Op het moment dat de cellen stikstofgelimiteerd waren, hebben we een nitraatpuls toegevoegd (Hoofdstuk 5). Hierdoor nam de stikstof:koolstof ratio van de cellen snel toe. Dit ging gepaard met een tijdelijke verhoging van de aminozuren asparaginezuur en arginine, wat wijst op de productie van cyanophycine, een polymeer voor de opslag van stikstof. Ook de totale hoeveelheid aminozuren in de cellen steeg geleidelijk. Zoals verwacht nam de concentratie van de stikstofrijke microcystine-RR variant (met twee arginine moleculen) sterk toe na de nitraatpuls, terwijl de concentratie van de microcystine-LR variant veel minder steeg.
Deze resultaten laten zien dat de invloed van de stikstof:koolstof stoichiometrie op de samenstelling van microcystines in giftige cyanobacteriën kan worden verklaard aan de hand van de aminozuren die worden aangemaakt.

Voor het beantwoorden van de derde vraag hebben we een nieuw model ontwikkeld. Dit beschrijft de concurrentie om anorganische koolstof tussen fytoplanktonsoorten. Om het model te testen hebben we concurrentie experimenten uitgevoerd met een giftige en niet-giftige *Microcystis aeruginosa* stam onder koolstofgelimiteerde condities. Daarnaast hebben we het model getest met eerder uitgevoerde experimenten (Kardinaal *et al*. 2007b), waarbij dezelfde twee stammen groeiden onder lichtgelimiteerde omstandigheden. Het model kon de resultaten van beide concurrentie experimenten zowel kwalitatief als kwantitatief goed voorspellen. De lage CO_2 concentratie in het koolstof-gelimiteerde

experiment leidde tot dominantie van de giftige stam. Echter, de hoge CO_2 concentratie maar lage licht beschikbaarheid in het lichtgelimiteerde experiment leidde tot dominantie van de niet-giftige stam. Dus de giftige stam was sterker in de concurrentie om CO_2 , terwijl de niet-giftige stam sterker was in de concurrentie om licht. Deze resultaten tonen aan dat veranderingen in de beschikbaarheid van CO_2 en licht kunnen leiden tot een complete ommekeer van de uitkomst van de concurrentiestrijd tussen giftige en niet-giftige cyanobacteriën.

Het werk in dit proefschrift laat zien dat de chemische samenstelling van gifstoffen in cyanobacteriën gevoelig is voor veranderingen in de beschikbaarheid van anorganisch koolstof en stikstof. Daarnaast kunnen de dominantie verhoudingen tussen giftige en niet-giftige stammen verschuiven door veranderingen in de beschikbaarheid van CO_2. Het is waarschijnlijk dat de toenemende CO_2 concentraties en daarmee gerelateerde opwarming van onze aarde de beschikbaarheid van koolstof en stikstof in veel aquatische ecosystemen zal beïnvloeden. Dit zal gevolgen hebben voor de stoichiometrie en soortensamenstelling van het fytoplankton, alsmede voor de gifstoffen die zij produceren.