



Mesocosm: een grote tank gevuld met water, met planten van aarvederkruid; rechts een bloeiwijze van deze plant

AUTEURS



Mandy Velthuis
(WUR, Nederlands Instituut voor Ecologie)



Sarian Kosten
(Radboud Universiteit Nijmegen)



Sabine Hilt
(IGB)



Piet Verdonschot
(WUR)



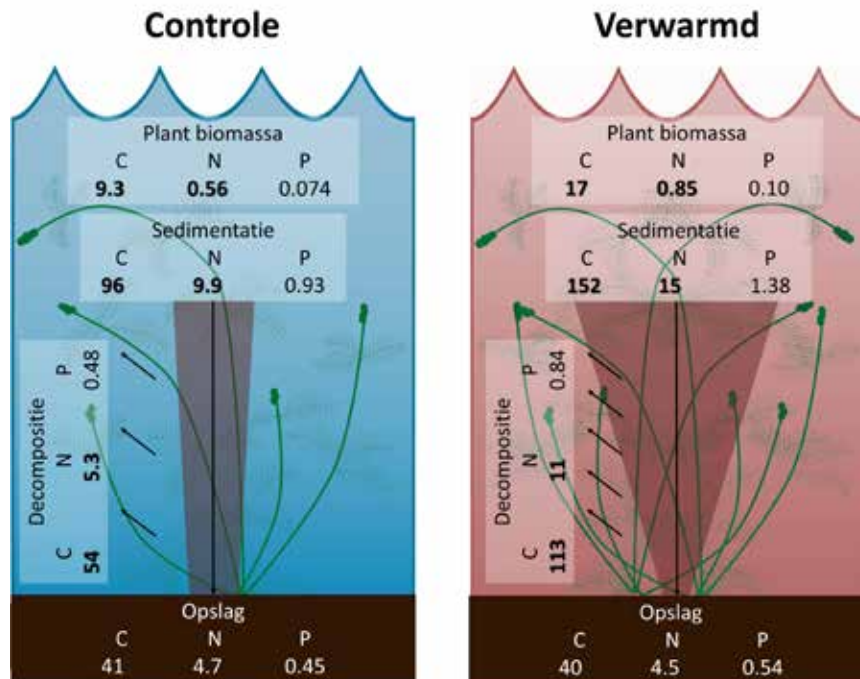
Liesbeth Bakker
(Nederlands Instituut voor Ecologie)

KUNNEN WATEREN MET VEEL ONDERGEDOKEN WATERPLANTEN CO₂ UIT DE ATMOSFEER VASTLEGGEN?

Aquatische ecosystemen met veel ondergedoken waterplanten zijn potentiële hotspots voor de invang van organisch materiaal. Waterplanten slaan koolstof en nutriënten op in hun biomassa, afgestorven planten en andere detritus vormen een organische laag op de bodem. Kunnen dergelijke systemen misschien de hoeveelheid CO₂ in de atmosfeer omlaag brengen? En hoe verloopt die vastlegging als het water door klimaatverandering opwarmt?

Waterplanten bieden niet alleen voedsel en habitat voor andere (water)organismen, maar slaan ook koolstof en nutriënten op in hun biomassa. Daarnaast is de waterbeweging binnen een pluk waterplanten lager, waardoor dood organisch materiaal kan bezinken en vertroebeling wordt voorkomen. Waterplanten bieden tevens structuur en oppervlakte voor de ontwikkeling van bijvoorbeeld biofilms, die op hun beurt weer kunnen afsterven en sedimenteren.

De organische laag op de bodem vormt een omvangrijke opslag van koolstof en nutriënten



Leggen ondergedoken waterplanten CO₂ vast?

4

Afbeelding 1: Pools en stromen van C, N en P onder de huidige situatie (Controle) en bij hogere temperatuur (Verwarmd). Incorporatie in plantbiomassa g/m²; sedimentatie, mineralisatie en opslag in g/m²/y; significante verschillen dikgedrukt (P<0.05, t-Testen)

en is bijzonder interessant voor zowel de doelen van klimaatakkoorden als het tegengaan van eutrofiëring van oppervlaktewater. Er is echter nog weinig kennis over hoeveel koolstof en nutriënten zulke systemen kunnen invangen.

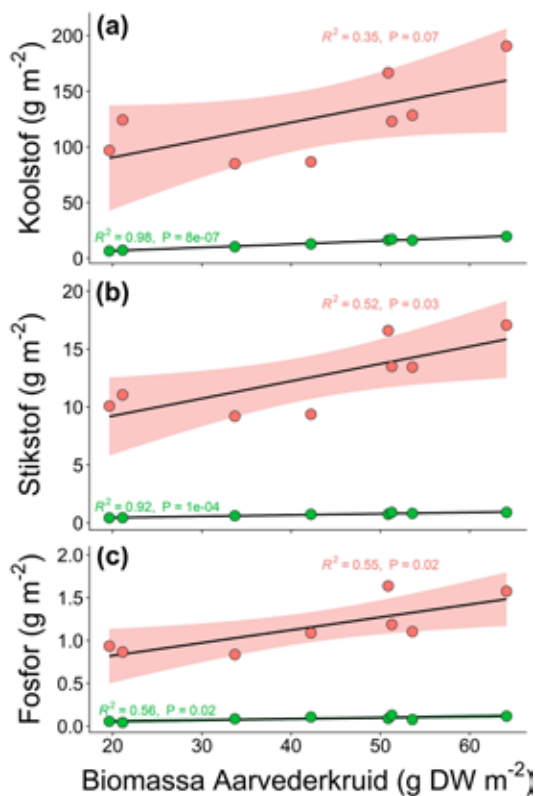
Een groot deel van het plantmateriaal dat naar de bodem van een meer zinkt, wordt afgebroken door microben en gerecirculeerd. Deze mineralisatie is onder andere afhankelijk van de temperatuur. Klimaatverandering leidt naar verwachting tot een temperatuurstijging in Nederland van circa 3.5°C rond 2100. Bij een hogere temperatuur groeien waterplanten sneller en kunnen ze meer biomassa vormen. Aangezien deze biomassa voor een groot deel uit koolstof (C), stikstof (N) en fosfor (P) bestaat, is de incorporatie van deze elementen mogelijk hoger bij verhoogde temperatuur. Echter: ook de sedimentatie en de afbraak van organisch materiaal kunnen toenemen. Hoe de balans van opbouw en afbraak bij hogere temperatuur eruit gaat zien is nog onvoldoende bekend.

In een mesocosm experiment – gecontroleerde proeven in bakken met water onder semi-veldomstandigheden – hebben we daarom het effect van een 4°C temperatuurstijging op de plantbiomassa vorming van

aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*), en de sedimentatie en afbraak van organisch materiaal gevolgd.

Onderzoeksopzet

Acht mesocosms van 1000 liter werden gevuld met sediment en aarvederkruid uit een mesotrofe, ondiepe vijver in Wageningen en met kraanwater. Het experiment duurde een jaar en kende twee temperatuurbehandelingen: 1) een natuurlijke Nederlandse seizoensdynamiek in watertemperatuur (controle) en 2) dezelfde seizoensdynamiek maar dan 4 graden warmer (verwarmd). Maandelijks is de sedimentatie van organisch materiaal (afgestorven delen van aarvederkruid en ander detritus) met sedimentatievallen bepaald. Microbiële afbraak van aarvederkruid is bepaald door *litterbags* gevuld met gedroogd bladmateriaal boven het sediment te incuberen en na ½, 1, 2, 4, 6 en 8 maanden te oogsten. Aan het eind van het experiment is de biomassa van aarvederkruid geoogst. Plant-, sedimentatie- en decompositiemateriaal is gedroogd op 60°C en geanalyseerd op drooggewicht en gehalten aan C, N en P. De afbraaksnelheid *k* en de overgebleven fractie *s* (na mineralisatie) van deze elementen zijn benaderd met een twee-fasen decompositie model.



De opslag van C, N en P is berekend met een budgetteer-model [Velthuis et al., 2018]. Dit model benadert de dynamiek van afbreekbaar en overgebleven materiaal in het sediment gedurende het experiment, onder de aanname dat de berekende overgebleven fractie s en afbraaksnelheid k representatief zijn voor de mineralisatie en opslag van het desbetreffende element in het sediment. Hierbij is de opslag van C, N en P berekend als de som van afbreekbaar en overgebleven materiaal aan het eind van het experiment.

Meer groei en meer afbraak

De temperatuurverhoging leidde tot 80% meer biomassa van aarvederkruid in de mesocosms, en ook de hoeveelheden ingebouwde koolstof en stikstof waren significant hoger (plus 83 en 52%); dit gold niet voor fosfor (afbeelding 1). De sedimentatie van organisch C en N naar de bodem was ruim anderhalf keer zo groot, de mineralisatie van C en N bij de decompositie was meer dan verdubbeld; ook hier was P de uitzondering.

Doordat de positieve temperatuureffecten op sedimentatie en afbraak elkaar ophieven, had de temperatuurverhoging geen effect op de opslag van koolstof en nutriënten in de bodem (bepaald op basis van de gemeten sedimentatie en gemodelleerde afbraak).

Afbeelding 2: Lineaire correlatie tussen de biomassa van aarvederkruid aan het einde van het experiment en geïncorporeerd (groen) en gesedimenteerd (rood) organisch C (a), N (b) en P (c) bij de temperatuurbehandelingen

De resultaten suggereren verder dat meer plantbiomassa bij een hogere temperatuur kan leiden tot hogere stromen van N en P naar het sediment. Dit volgt uit de positieve correlatie tussen plantbiomassa en de hoeveelheid N en P in deze biomassa, alsmede de hoeveelheid gesedimenteerd N en P (afbeelding 2). De trend tussen plantbiomassa en gesedimenteerd C was ook positief, maar niet significant ($P=0.07$).

Discussie

De invang van koolstof en nutriënten in systemen gedomineerd door waterplanten was in ons onderzoek onafhankelijk van temperatuurbehandelingen. Dit is te verklaren doordat de verhoogde biomassa en sedimentatie in warmer water gecompenseerd kunnen worden door een verhoogde mineralisatie. Bij beide temperatuurbehandelingen werden koolstof en nutriënten in grotere hoeveelheden ingevangen in sediment dan in plantbiomassa. In warmer water kunnen microben 50 tot 75 procent van deze gesedimenteerde koolstof en nutriënten versneld afbreken. Desondanks blijft er een aanzienlijk deel in het sediment achter, ogenschijnlijk onafhankelijk van de temperatuur. Dit illustreert het belang van systemen gedomineerd door waterplanten voor de opslag van organisch C, N en P.

Ook de kwaliteit van het gesedimenteerde materiaal speelt een rol. Verrassend was namelijk dat er geen effect van verhoogde temperatuur op de incorporatie van P in plantbiomassa werd gevonden, terwijl de totale aarvederkruid biomassa wel hoger was. Het is bekend dat waterplanten flexibel zijn in hun gebruik van voedingsstoffen en hun P-gehalte varieert dan ook afhankelijk van omgevingsfactoren. In warmer water kunnen planten efficiënter met P omgaan, waardoor ze minder nodig hebben om dezelfde groei te bewerkstelligen. Dit kan tot een verlaagde incorporatie van P ten opzichte van C leiden.

Vervolgonderzoek en toepassingen

In ons eenjarige experiment zijn de lange-termijn ef-

fecten van temperatuurverhoging niet meegenomen. Hoe deze resultaten bijvoorbeeld te koppelen zijn aan verlandingsprocessen en ook methaan-uitstoot (wat een sterker broeikasgas is dan CO₂) is een noodzakelijke vraag voor vervolgonderzoek.

Als we aannemen dat deze resultaten te vertalen zijn naar een veldsituatie, zou een hoge biomassa aan ondergedoken waterplanten gecombineerd met een lage afbraak wenselijk zijn voor een optimale opname en opslag van koolstof en nutriënten. Deze planten zouden dan op de bodem van het systeem accumuleren wat op den duur tot verlanding zal leiden. Voor mogelijke toepassing kan worden onderzocht

- of het mogelijk is een systeem in te richten met plantensoorten waarvan de afbraaksnelheid van nature laag ligt;
- wat het effect is van baggeren en maaien van waterplanten op deze processen. Deze maatregelen hebben waarschijnlijk een negatief effect op de invang en opslag van koolstof;
- of het mogelijk is om meer opslag te realiseren in diepere plassen, waarin de temperatuur en het zuurstofgehalte op de bodem gedurende het jaar laag zijn, of juist in ondiepe plassen met veel emergente vegetatie.

Met deze kritische noten in ogenschouw pleiten onze onderzoeksresultaten voor het behoud en waar nodig herstel van ondergedoken waterplanten voor de opslag van koolstof en nutriënten.

Mandy Velthuis (WUR, Nederlands Instituut voor Ecologie), Sarian Kosten (Radboud Universiteit Nijmegen), Sabine Hilt (IGB), Piet Verdonschot (WUR), Liesbeth Bakker (Nederlands Instituut voor Ecologie)

Dit artikel komt voort uit het project 'stimuleren van CO₂-opname door algen en waterplanten in zoetwatermeren' o.l.v. Ellen van Donk en gefinancierd door het Gieskes-Strijbis Fonds en de NWO Veni beurs 86312012 van Sarian Kosten. De auteurs bedanken het Limnotron-consortium (Ralf Aben, Garabet Kazanjian, Edwin Peeters, Thijs Frenken, Nico Helmsing, Lisette de Senerpont Domis en Dedmer van de Waal) voor de gezamenlijke uitvoering van de experimenten.

Referenties

Benfield (2006), *Decomposition of leaf material*, in Hauer & Lamberti, 2006, *Methods in stream ecology*, San Diego, Verenigde Staten. p. 711-720.

van Dam (2009), *Evaluatie basismetnet waterkwaliteit Hollands Noorderkwartier: trendanalyse hydrobiologie, temperatuur en waterchemie 1982-2007*. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, rapport 708.

Harmon et al. (2009), *Long-term patterns of mass loss during the decomposition of leaf and fine root litter: an intersite comparison*. *Global Change Biology*, 15(5): p. 1320-1338

van den Hurk et al. (2014), *Climate Change Scenarios for the 21st Century - a Netherlands Perspective*. KNMI scientific report WR 2014-01.

Velthuis et al. (2018), *Warming enhances sedimentation and decomposition of organic carbon in shallow macrophyte-dominated systems with zero net effect on carbon burial*. *Global Change Biology*, 24(11): p. 5231-5242.

Leggen ondergedoken waterplanten CO₂ vast?

SAMENVATTING

Wateren met veel ondergedoken waterplanten zijn mogelijke hotspots voor de opslag van koolstof (en nutriënten), vooral in het sediment. Beheer gericht op behoud of herstel van deze waterplanten kan dus wellicht bijdragen aan het behalen van de doelen van het klimaatakkoord. In een mesocosm experiment met aarvederkruid bleek dat een 4 graden hogere watertemperatuur leidde tot een hogere plantbiomassa en meer sedimentatie. De afbraak van dit plantmateriaal was echter ook groter. Het netto resultaat was dat de opslag van koolstof, stikstof en fosfor in de waterbodem even hoog bleef. Deze resultaten suggereren dat wateren waarin ondergedoken waterplanten floreren een deel van de antropogene emissies kunnen invangen, ongeacht de watertemperatuur.