

Zooplankton voeding door koralen onderschat

Door Tim Wijgerde, vertaald door Rien van Zwiener

Bronvermelding:

<http://www.coralscience.org/main/component/content/article/7-front-page/150-zooplankton-feeding-by-corals-underestimated>

Het voeden met zoöplankton is een belangrijke strategie voor koralen om voedingsstoffen uit de waterkolom tot zich te nemen. Wetenschappelijke studies hebben aangetoond dat rifvormende koralen in staat zijn om significante hoeveelheden zooplankton, inclusief copepoden en Artemia nauplii, te vangen en te consumeren. De meeste research was echter gefocust op het kwantificeren van het opnemen van de prooi. Externe voeding van zoöplankton zou ook belangrijk kunnen zijn, en was voor het eerst beschreven in 1902. Nieuw onderzoek door marine biologen van de Universiteit Wageningen heeft aangetoond dat extracoelentrische voeding met zooplankton interne voeding ver kan overschrijden in termen van gevangen prooien en verworven voedingsstoffen.

Interne en extracoelentrische voeding met zooplankton voorzien rifvormende koralen van belangrijke voedingsstoffen, zoals koolhydraten, proteïnen en lipiden. Deze voedingsstoffen voorzien in belangrijke elementen voor het maken van nieuw weefsel, inclusief stikstof en fosfor. Alhoewel zoöxanthellen in staat zijn om vitale voedingsstoffen over te dragen naar hun gastheer, inclusief glucose, glycerol en aminozuren, heeft onderzoek aangetoond dat zoöplankton toevoegen koraal groei aanzienlijk kan versnellen. In de natuur consumeren koralen ook kleine hoeveelheden zoöplankton, speciaal tijdens en na de schemering als crustaceans zoals copepoden door de waterkolom zwermen.

Rifbouwende koralen gebruiken ingewikkelde mechanismen om zooplankton te vangen, zoals tentakelbewegingen gecombineerd met het afvuren van cnidocyten en mucus voeding om geïmmobiliseerde prooien te verteren. Het is al lange tijd bekend dat rifbouwende koralen prooien ook uitwendig kunnen verteren, door het uitzetten van mesenteriale filamenten als reactie op het detecteren van prooien. Mesenteriale filamenten zijn uitgroeisels die uitsteken uit de mesenteries, aangepast om uitstulpingen van de polyp gastroderm die spieren, verteerende en absorberende cellen bevatten, en de gonads. Mesenteriale filamenten zijn dicht bezet met cellen die verterende enzymen afscheiden en filamenten kunnen verlengd worden vanuit de poliep door

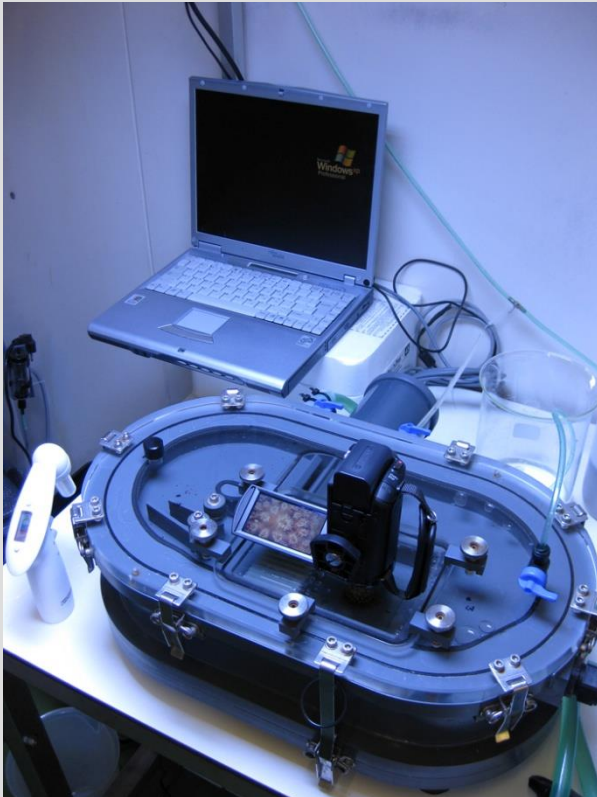
de mond of tijdelijke openingen in het epithelium. Als, zoals in dit geval, vertering buiten het poliep coelenteron gebeurt wordt dit proces extracoelentrische voeding genoemd.



Close up van een Galaxea fascicularis kolonie die een verzameling Artemia nauplii extern verteren met mesentriale filamenten (witte draden die de nauplii omvatten). Zoöplankton eten is een belangrijke manier van voedsel vergaren voor rifbouwende koralen. Foto: Tim Wijgerde.

In het verleden hebben marine biologen de plankton vangst en opname door koraalpoliepen gekwantificeerd door gebruik te maken van gebruikelijke technieken. Door het fixeren en ontleden van koraal poliepen, kunnen individuele prooien zichtbaar gemaakt worden onder een microscoop. Door het tellen van aantallen prooien in een random selectie van poliepen, kunnen wetenschappers een goede inschatting krijgen van plankton eten door koralen. Nadelen van deze benadering zijn dat extracoelentrische voedingprocessen niet meegenomen worden, en dat sommige prooidieren snel degraderen voor dat ze gefixeerd worden. Een alternatieve strategie is de snelheid van het verdwijnen van prooien te gebruiken. Door het plaatsen van een koraal in een bekende hoeveelheid water met een bekende zoöplankton concentratie, kan het prooi vangen bepaald worden door op geregelde tijden watermonsters te nemen. Door het aantal prooidiertjes in de monsters, gebruik ma-

kend van een microscoop, te tellen, kan de afname van de prooiconcentratie met de tijd bekeken worden. Door vermenigvuldiging van de afname in prooiconcentratie met het netto volume van het water waar het koraal in ondergedompeld was kan de totale hoeveelheid gevangen prooi worden berekend. Deze methode werkt goed en houdt rekening met zowel intra- als extracoelentrische plankton voeding, echter het is niet in staat de dynamiek van het prooivangen, (extracoelentrische) vertering en uitscheiding te verhelderen, wat realistische schattingen van voedsel input van zoöplankton moeilijk maakt. Dit komt omdat (gedeeltelijk) verteerd en vervolgens uitgestoten deeltjes opnieuw geteld worden in de water kolom, die daarom niet gezien worden als zijnde gevangen en verteerd. Een derde, meer geavanceerde benadering is het gebruik van video analyse. Deze methode stelt biologen in staat om koraalgedrag met de tijd te observeren, inclusief voeden. Recent, hebben biologen van de Universiteit Wageningen (Nederland) testen gedaan om het voedingsproces van een rifbouwend koraal tot in detail op te nemen, gebruik makend van videoanalyses, en verkregen opmerkelijke resultaten.



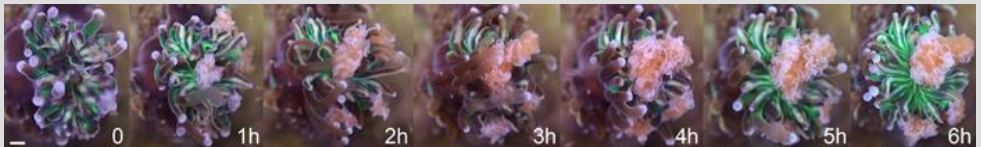
Een opstelling voor video analyse van koraal voedingsprocessen. Een stromingscel bevat een koraal kolonie of een enkele poliep, die bekeken wordt met een HD camera. Water, stroomsnelheid, temperatuur, licht intensiviteit, zuurstof en plankton concentratie kunnen veranderd worden, zodoende een grote variatie aan experimenten mogelijk makend. Foto: Tim Wijgerde.

Video analyse

Voor hun studie, hebben Nederlandse biologen het Indo Pacifiche Oculinid *Galaxea fascicularis* (Linnaeus 1767) ge-

bruikt. Deze soort is sterk en heeft relatief grote poliepen die gemakkelijk in beeld gebracht kunnen worden met een digitale camera. Individuele koraal poliepen werden gebruikt om het voedingsgedrag te bekijken. *Artemia* nauplii werden als voedingsbron gebruikt met een concentratie van 10.000 individuen per liter water, welke in de stroomcel met het koraal geïnjecteerd werden. Een hoge concentratie zoöplankton verzekerde dat het prooi vangen eenvoudig opgenomen kon worden, en de wetenschappers ook in staat stelde te bepalen hoeveel plankton een koraal poliep in staat was op te nemen onder schijnbaar ongelimiteerde hoeveelheden. Het voedingsgedrag werd gedurende 6 uur gevolgd, en het experiment werd drie maal gedaan. Na verscheidene runs, werd de video data overgezet naar een computer. Achttien uur video werd minutieus geanalyseerd, waarbij prooi vangen, loslaten en prooi ophoping op het poliep oppervlak werd gescoord. De verkregen resultaten waren opzienbarend.

Gemiddeld, was één enkele *G. fascicularis* in staat om 558 nauplii te vangen en 383 nauplii werden losgelaten, gedurende een zes-urige interval. Opmerkelijk, 98.6 procent van alle gevangen prooi werd niet verteerd. In plaats daarvan, werden prooien geclusterd in klontjes die extern verteerd werden door mesenteriale filamenten. Gedurende de volledige zes-urige periode, namen prooi vangen en loslaat snelheden af, duidend op verzadiging van de koraal poliepen. Na 300 minuten, werden vang en loslaat snelheden gelijk, bleven klontjes grootte gelijk, met 176 nauplii per poliep.



Fotografische tijdserie van nauplii klontjesvorming gedurende een 6-urige incubatie, representatief voor alle geteste individuele poliepen ($N=3$). De poliepen vertoonden tentakel expansies en uitstulpingen van mesenteriale filamenten (witte draden) h =uur, as grootte=500 μm . foto: Wijgerde et al. *Journal of Experimental Biologie*, 2011.

Klik op de link hieronder voor een videoopname:

http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=KIZMCNDA6p0

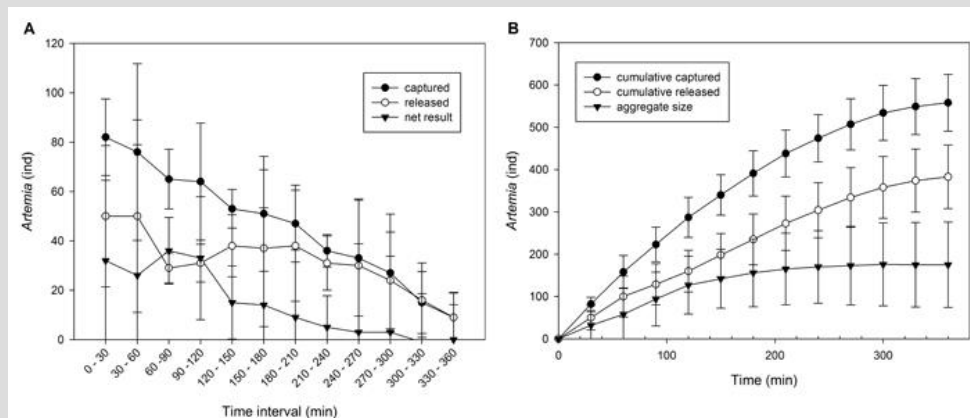
Galaxea fascicularis, een algemeen Indo-Pcific steen koraal, *Artemia salina* nauplii vangend en extern verterend door uitstulping van mesen-

teriale filamenten. *Artemia* wordt verdoofd door de krachtige nematocysten aanwezig op het tentakel oppervlak. Mucus productie en werking van de nematocysten zorgen ervoor dat prooidiertjes aan het poliep oppervlak gehecht blijven.

Klik op de link hieronder voor een videoopname:

http://www.youtube.com/watch?v=2nuRGQa5ru8&feature=player_embedded

Overzicht van het externe voedingsmechanisme van een enkele *G.fascicularis* poliep. Te zien zijn 10 seconden van ieder uur incubatie, van 0 tot 6 uur. De video is representatief voor alle gebruikte poliepen (N=3).



Overzicht van *Artemia nauplii* vangen en loslaten van enkele poliepen van *G. fascicularis*. A. Aantallen gevangen en losgelaten *Artemia nauplii* en het netto resultaat, gezien in 30 minuten intervallen. B. cumulatieve vangst, loslaten en klontjes grootte. Waarden zijn gemiddelden \pm standaard deviatie (N=3) Figuur: Wijgerde et al., *Journal of Experimental Biologie*, 2011.

Deze bevindingen waren nogal verrassend, omdat tot nu toe werd gedacht dat koralen de bulk van hun gevangen prooien intern verteerden. De volgende vraag was hoeveel voedingsstoffen echt opgenomen konden worden door extracoelentrische vertering van nauplii. Om deze vraag te beantwoorden, werd een nieuwe serie experimenten uitgevoerd waarvoor hele *Galaxea* kolonies gebruikt werden.

Analyse van *Artemia nauplii*

Om de rol van extracoelentrische zoöplankton voeding in het dieet van *G. fascicularis* te bepalen, werden na verschillende behandelingen de koolstof, stikstof en fosfor hoeveelheid in *Artemia Nauplii* gemeten.

Nauplii werden op drie verschillende manieren behandeld: ze werden onmiddellijk na het uitkomen ingevroren, geïncubeerd bij 26 graden Celsius ter controle of gevoed aan *G. fascicularis* koloniën. Negatieve controles en gevoede nauplii werden gedurende zes uur geïncubeerd, en het experiment werd zes keer uitgevoerd. Gevangen nauplii werden met een Pasteur's pipet verwijderd van koraal poliepen.

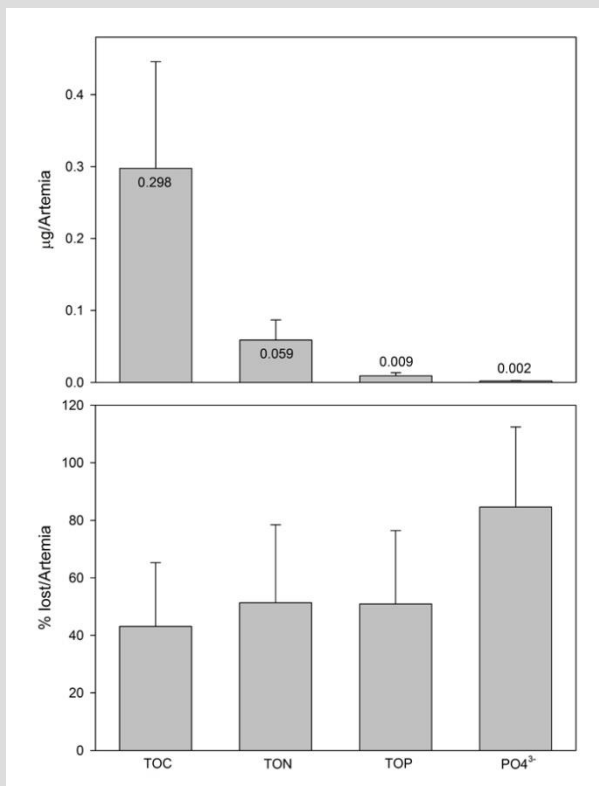
Controles werden gebruikt voor deze studie omdat *Artemia nauplii* hun voedingswaarde door hun eigen metabolisme kunnen laten afnemen, want levende *Artemia nauplii* verbruiken continu hun dooier zakjes gedurende experimenten.

Na ieder experiment, werden verzamelde nauplii gewassen met demi water en werden de nauplii geteld onder de microscoop. Om de hoeveelheid koolstof, stikstof en fosfor in de nauplii te bepalen werden twee verschillende methodes gebruikt: hoge temperatuur katalytische oxidatie voor (an)organische koolstof en continue stroom analyse voor an(organische) stikstof en fosfor.

Door alle data te corrigeren met negatieve controles, werd de hoeveelheid verloren voedingsstoffen - ten gevolge van de verteringsenzymen van het koraal - per prooi berekend.

De verkregen resultaten laten zien dat mesenteriale filamenten, uitgestoten door *Galaxea* poliepen door het poliep epithelium, inderdaad in staat waren de *Artemia nauplii* af te breken. Gemiddeld, was ongeveer 44 procent van het beschikbare organische koolstof verdwenen na 6 uur incubatie met *G. fascicularis* kolonies, in tegenstelling tot de negatieve controles.

Voor stikstof en fosfor, werd een verlies van ongeveer 51 procent gevonden. Interessant genoeg, ongeveer 84 procent van alle anorganische fosfor was verdwenen, wat misschien geabsorbeerd is door de symbiotische algen van het koraal, of verloren is door diffusie naar het omliggende water.



Verlies van totaal organisch koolstof (TOC), totaal organisch stikstof (TON), totaal organisch fosfor (TOP) en anorganisch fosfor (PO₄³⁻) gehalte uitgedrukt in absolute (µg/Artemia) en relatieve (%/Artemia) waarden van gevangen *Artemia nauplii* na zes uur incubatie samen met *G. fascicularis* koloniën. Alle waarden werden gecorrigeerd voor negatieve controles. Waarden zijn gemiddelden ± s.d. (N=6). *Figuur: Wijgerde et al., Journal of Experimental Biology, 2011.*

Combineren van video data met plankton analyse

Door het vermenigvuldigen van de hoeveelheid voedingsstoffen verloren per prooi met het aantal gevangen prooien door *Galaxea* poliepen, waren de marine biologen in staat een schatting te maken van de dagelijkse voedingsstoffen-input door zoöplankton voeding, hierbij rekening houdend met de extracoelentrische voedingsprocessen. Er werd aangenomen dat de verliezen van voedingsstoffen geabsorbeerd waren door de gastrodermale cellen liggend in de mesenteriale filamenten.

De uiteindelijke resultaten, verkregen door het combineren van video data met voedingsstoffen analyse van *Artemia nauplii*, waren nogal

verrassend. Uit hun berekeningen, vonden de wetenschappers dat als ze rekening houden met extracoelentrische plankton voeding, de dagelijkse voedingsstoffen-input door voeding veel hoger is – ongeveer twintig maal hoger – dan voorheen geschat.

Alhoewel er nog verschillende voorbehoudingen zijn, zoals potentieel voedingsstoffen verlies te wijten aan oplossen in de water kolom, is het belang van extracoelentrische voeding met zoöplankton duidelijk aangetoond. Verdere studies zullen het effect van prooi grootte en concentratie op de balans tussen intracoelentrische en extracoelentrische voeding onderzoeken. Voorlopige resultaten hebben al laten zien dat bij 1000 Artemia nauplii per liter, extracoelentrische voeding en samenklonteren nog steeds waargenomen kan worden. Een andere vraag die gesteld moet worden is in hoeverre extracoelentrische voeding in de natuur, op koraal riffen, optreedt.

De belangrijkste boodschap van dit onderzoek is dat koralen vraatzuchtige roofdieren zijn, perfect toegerust om onverwachte prooien te vangen uit de waterkolom met hun cnidocyte bevattende tentakels.

Het volledige artikel is te downloaden van:

<http://jeb.biologists.org/content/214/20/3351.full.pdf+html>

Referenties:

Wijgerde T, Diantari R, Lewaru MW, Verreth J, Osinga R (2011). Extracoelenteric zooplankton feeding is a key mechanism of nutrient acquisition for the scleractinian coral *Galaxea fascicularis*. *Journal of Experimental Biology* 214(20): 3351-3357



Webdesign - Support - Development

www.modulage.be

www.modstore.be