



Experimentele aquacultuur van Dendronephthya koralen

In 2005 las ik voor het eerst over Dendronephthya koralen, berucht om hun complexe eisen aan verzorging in aquaria. Dankzij gebrek aan zooxanthellae hebben deze koralen behoefte aan plankton om gezond te blijven. In de daaropvolgende jaren heb ik de wetenschappelijke literatuur gelezen en geholpen met het idee om een aquarium op te zetten dat speciaal zou zijn o ontworpen voor Dendronephthya. Dit leidde tot de start van een crowd funding project op Indiegogo met als doel fondsen te verwerven voor de ontwikkeling van een aquacultuur-protocol voor Dendronephthya koralen. Hoewel er onvoldoende middelen werden verzameld om een aquacultuur-protocol volledig te ontwikkelen werden er twee voorlopige experimenten uitgevoerd. In dit artikel zal ik de resultaten van deze experimenten presenteren en toekomstige aanwijzingen voor onderzoek geven. Dit kan aquaristen helpen om de kansen en mogelijkheden bij het kweken van te vergroten.

Een vertaling van het artikel van Tim Wijgerde Ph. D. in Advanced Aquarist, met afbeeldingen van de auteur tenzij anders vermeld.
Vertaling: Hans Friederichs.

Hoe het allemaal begon

In 2002 publiceerde Charles Delbeek een artikel over zijn ervaringen met Dendronephthya en andere koraalsoorten waarbij sprake was van verzorgingsproblemen in Advanced Aquarist (Delbeek 2002). Na het van dit artikel 2005 raakte ik gefascineerd door het opzetten van een aquarium voor moeilijk te houden filter feeders zoals sponzen, manteldieren, bepaalde tweekleppige dieren, crinoïden en koralen zoals Dendronephthya. Ik was toen biologiestudent en was reedsin het bezit van een rifaquarium. Tijdens deze periode begon ik te zoeken in de wetenschappelijke literatuur over het rifleven waarbij de optie om gebruik te maken van de literatuur in de universiteitsbibliotheek van positieve betekenis bleek te zijn. Al snel verzamelde ik tal van wetenschappelijk publicaties op mijn harde schijf.

Vanwege tijds-, ruimte- en financiële beperkingen ben ik er tijdens mijn studietijd niet in geslaagd om een systeem ten behoeve van Dendronephthya en filter feeders op te bouwen. Na het voltooien van de masteropleiding aan de Universiteit Utrecht werkte ik van 2007 tot 2009 aan de Wageningen Universiteit. Begin 2010 besloot ik alsnog het gewenste filter feedersysteem in te gaan richten. Echter, toen dit systeem bijna klaar was kreeg ik de kans om terug te keren naar de Wageningen University om aldaar aan de slag te gaan met de effecten van klimaatverandering en eutrofiëring op Caribische koralen (Porites porites



Met zijn kleurige poliepen oefent Dendronephthya een aantrekkingskracht op veel aquaristen uit.

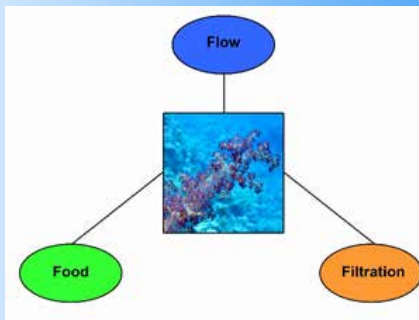
en Agaricia agaricites). Een jaar later begon mijn onderzoek aan koraalvoeding (Galaxea fascicularis) zich te ontwikkelen tot een Ph.D.-project en samen met het bedrijf Eco Deco kreeg ik een subsidie om een experimentele koraalkwekerij te bouwen.

Gezien het feit dat ik intensief met deze werkzaamheden belast was, bleef er tot na het afronden van mijn Ph.D.-project in oktober 2013 geen tijd en energie over om me bezig te houden met mijn filterfeeder systeem. In februari 2014 werd ik weer rusteloos en besloot ik deze keer door te drukken. Ik ontwierp een aquacultuur systeem speciaal voor Dendronephthya. Met de hulp van Michaël

en Manon Laterveer van Blue Linked heb ik een crowd fundingcampagne opgezet op Indiegogo.com. Het doel van het project was het ontwerpen van een cultuurprotocol voor Dendronephthya. Dit zou duurzame koraalhandel kunnen bevorderen en de aquariumhobby op een hoger niveau kunnen tillen. Hoewel we niet voldoende fondsen om het project zoals gepland uit te voeren hebben kunnen verzamelen, hielpen verschillende sponsors ons door apparatuur te doneren. Hiermee kon ik een basal cultuur-systeem opzetten om voorlopige experimenten uit te voeren. Verder op in dit artikel zal ik de bevindingen van deze experimenten omschrijven.

Wat zijn nu de voorwaarden voor *Dendronephthya* om zich goed te kunnen ontwikkelen?

Dendronephthya zijn berucht om complexe eisen aan onderhoud in aquaria en tot nu toe is het succes steeds beperkt gebleven. Hoewel men in staat is deze koralen langer dan een jaar in leven te kunnen houden, houdt het groeitempo in aquaria geen gelijke tred met het groeitempo in het wild. In Israël bijvoorbeeld, kan *Dendronephthya* in slechts enkele maanden 30 cm (12 inch) groeien (Fabricius et al. 1995a) hetgeen een van de snelste toename van koraal massa ooit gemeten is. De publicaties van Katharina Fabricius et al. (1995a, b) geven belangrijke aanwijzingen over de juiste verzorging van *Dendronephthya* aan. Het lijkt er op dat drie factoren essentieel zijn: voedsel, waterstroming en filtratie. Verder op in dit artikel behandel ik deze factoren qua materialen en methoden in detail.



Voedsel, waterstroming en filtratie zou men bij verzorging van *Dendronephthya* "de heilige drieëenheid" kunnen noemen.

Voedsel

Fabricius et al. (1995a, b) hebben aangetoond dat de Nephtheiden *Dendronephthya hemprichi*, *D. sinaiensis* en *Scleronephthya corymbosa* zich hoofdzakelijk voeden met fytoplankton dat in het laboratorium *Nannochloropsis*, *Isochrysis* en *Tetraselmis* spp bevat. Vangst van zoöplankton is selectief voor zwak zwemmende tweekleppige en gastropodlarven en draagt minder dan 5% bij aan de groei en de energiebehoefte van koralen, althans in termen van organische koolstof. *Dendronephthya* lijkt slechts enkele en kleine cnidocyten te hebben, waardoor het voor deze sort moeilijk om zoöplankton te verlammen en te pakken. Video-opnamen hebben

aangetoond dat *Dendronephthya* poliepen problemen hebben met sterk zwemmende prooi zoals copepoden (Fabricius et al. 1995a) hetgeen hun ondervertegenwoordiging in polyp coelenterons zou kunnen verklaren (Tabel 1). Tweekleppige en buikvlieslarven welke zwakkere zwimmers zijn, zijn eenvoudiger te pakken, hetgeen hun oververtegenwoordiging in polipartsen zou kunnen verklaren (Tabel 1). Hoewel zoöplankton geen relevante voedingsbron met organisch koolstof voor *Dendronephthya* lijkt, kan het toch wel essentiële stikstofcomponenten voor groei, zoals specifieke aminozuren en eiwitten, aanbieden (zie discussie). Het vermogen van octokoralen om zich te voeden met op fytoplankton is waarschijnlijk gerelateerd aan de smalle zijtakken op hun tentakels. Daarnaast zijn sclerieten, kalkhoudende naalden, ingebed in zacht weefsel dat voorde stijfheid in de kolonie zorgt zodat deze koralen in sterke stroom kunnen leven. Hiermee kunnen ze elke dag significante hoeveelheden deeltjes uit het water filteren (Fabricius 1995a). Deze eigenschappen passen goed bij het feit dat er plantaardig verterende koolhydraten (amylase en laminarine) in zachte koralen zijn gevonden (Elyakova et al., 1981).

Tabel 1. Relatieve overvloed aan zoöplankton in de coelenteron (\pm s.d.) van *Dendronephthya hemprichi* polyps, vergeleken met de relatieve zoöplankton beschikbaarheid (\pm s.d.) bij een koraalrif in Eilat, Israël. De gegevens zijn gebaseerd op 8.625 polyppen uit 30 veld verzamelde kolonies. Chesson's (1978) index van prooivoorkeur, of α , toont aan dat *D. hemprichi* een voorkeur heeft voor tweekleppige en buikdarmlarven ($<700 \mu\text{m}$ lichaamslengte), hoewel de dominantie van copepoden in rifwater de hoogste koolstofwinning uit deze bron resulteert. Het is belangrijk om op te merken dat de totale energie die wordt verkregen uit zoöplankton slechts marginaal is. De gegevens zijn gebaseerd op Fabricius et al. (1995a). Deze eigenschappen passen goed bij het feit dat er plantaardig verterende koolhydraten (amylase en laminarine) in zachte koralen zijn gevonden (Elyakova et al., 1981).

Tabel 2. Beschikbaarheid van voedsel in deeltjes per liter en μg koolstof per liter én dagelijkse koolstofwinning per poliep (\pm s.e.) voor *Dendronephthya hemprichi*. Phytoplankton is veel overvloediger aanwezig dan zoöplankton hetwelk in grotere getale wordt ingenomen dankzij de efficiëntere vangst van kleine deeltjes door *D. hemprichi*. Als gevolg daarvan is de koolstofwinning van fytoplankton 50 tot 200 keer hoger in vergelijking met die van zoöplankton. Hoe groter de snelheid waarmee het water stroomt hoe sterker de koolstofverhoging in het koraal door consumptie van fytoplankton door het koraal, met een maximum toename van ongeveer 20 cm s⁻¹. De gegevens zijn gebaseerd op Fabricius et al. (1995a).

Op basis van de veronderstelling dat zowel fytoplankton als zoöplankton belangrijke voedingsbronnen zijn voor *Dendronephthya* werd een voeder-mengsel bereid uit de volgende componenten: Phyto Feast Live, Roti Feast en Oyster Feast van Reed Mariculture en vers geoogste *Rhodomonas*-algen. Phyto Feast Live bevat levende groene algen (*Nannochloropsis* en *Tetraselmis*), diatomeeën (*Thalassiosira*), haptophytes (*Isochrysis* en Pavlova) en cyanobacteriën (*Synechococcus*) met een deeltjesgrootte van 0,6-20 μm . Een en ander conform er in het laboratorium ten aanzien van het consumptiepatroon door *Dendronephthya* werd vastgesteld vormt Phyto Feast Live een uitstekende kandidaat voor het uitvoeren van proeven.

Roti Feast bevat L-type rotifers (*Brachionus plicatilis*) en hun eieren, met een deeltjesgrootte van 130 tot 340 μm . Dit is ook geschikt voor *Dendronephthya* poliepen die voornamelijk zoöplankton van minder dan 700 μm in grootte vastleggen (Fabricius et al. 1995a). Oesterfees bevat oester-eieren en eierstokweefsel, met een deeltjesgrootte van 1-200 μm , en kan alle organismen van mariene filtervoeding ten goede komen. De *Rhodomonas* cellen zijn typisch 16-30 μm in lengte. Dit mengsel werd in het aquarium gedoseerd vanuit een koelkast met een SP 3000 peristaltische pomp (Aqua Medic).

Prey-type \square	% in polyp-coelenteron \square	% present in water-column \square	Index of prey-preference α \square	Carbon gain ($\mu\text{g}\cdot\text{polyp}^{-1}$) \square
Bivalves \square	47.6 \pm 24.2 \square	10.1 \pm 4.7 \square	0.68 \square	0.014 \square
Gastropods \square	15.3 \pm 7.3 \square	9.0 \pm 4.0 \square	0.25 \square	0.011 \square
Copepods \square	34.4 \pm 18.7 \square	68.9 \pm 6.9 \square	0.07 \square	0.028 \square
Krill \square	0 \square	2.7 \pm 1.0 \square	0 \square	0 \square
Tunicates \square	0 \square	2.1 \pm 1.9 \square	0 \square	0 \square
Other \square	2.6 \pm 3.2 \square	7.2 \pm 3.6 \square	- \square	<0.001 \square
Sum \square	100 \square	100 \square	1.0 \square	0.053 \square

Tabel 1

Food-type \square	Particles \cdot liter $^{-1}$ \square	$\mu\text{g}\cdot\text{carbon}\cdot\text{liter}^{-1}$ \square	Flow ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$) \square	Carbon gain ($\mu\text{g}\cdot\text{polyp}^{-1}\cdot\text{day}^{-1}$) \square
Phytoplankton \square	1,000,000 \square	15.0 \square	4-6 \square	9.0 \pm 4.8 \square
\square	\square	\square	6-8 \square	15.0 \pm 4.1 \square
\square	\square	\square	8-10 \square	41.0 \pm 11.4 \square
Zooplankton \square	1.1 \square	3.5 \square	1-18 \square	0.2 \square
Phyto:zoo-carbon-ratio \square	\square	4.3:1 \square	\square	50:1 - 200:1 \square

Tabel 2



Dendronephthya poliepen hebben spits toelopende tentakels waardoor ze klein plankton uit het water kunnen filteren.



Deze peristaltische pomp was verbonden met een timer, en werd elke drie uur of acht keer per 24 uur ingeschakeld. De tabel hieronder geeft een samenvatting van de dagelijkse voedingshoeveelheden die dagelijks in acht giften werden gedoseerd van experiment 1.

Tabel 3. Het dagelijkse voedings-schema bij experiment 1. Voedingen werden om de drie uur of acht keer per 24 uur gedoseerd. In de loop van twee maanden werden voedingshoeveelheden verhoogd. Phyto Feast Live bevat levende groene algen (*Nannochloropsis* en *Tetraselmis*), diatomeeën (*Thalassiosira*), haptophyten (*Isochrysis* en *Pavlova*) en cyanobacteriën (*Synechococcus*). Roti Feast bevat L-type rotifers (*Brachionus plicatilis*) en hun eieren. Oesterfeest bevat oestereieren en eierstokweefsel. Hoeveelheid in gram / gram werd geschat door 9% als droog gewicht te nemen voor de producten van Reed Mariculture. Het droge gewicht van de *Rhodomonas*-cultuur werd geschat op 0,08%,

gebaseerd op een gemiddelde celtelling van 8.000.000 cellen per ml en een biomassa van 100 pg per cel (Seixas et al., 2009). Natuurlijke planktonconcentraties zijn gebaseerd op Ayukai (1995), Heidelberg et al. (2004, 2010), Holzman et al. (2005), Yahel et al. (2005a, b) en Palardy et al. (2006).

Voor het tweede experiment werd hetzelfde voedermengsel gebruikt. Op basis van de resultaten van het eerste experiment werden echter grotere hoeveelheden gebruikt. Daarnaast werd het mengsel altijd met zeewater verdund tot een eindvolume van ongeveer 1,2 liter teneinde elke drie uur grotere hoeveelheden in het aquarium te kunnen pompen. Aangezien het residu-voedingsmengsel dat in de slang van de peristaltische pomp blijft vervallen tussen de voedingen, resulteert het verminderen van de toevoerconcentratie in minder residu. Bovendien werd de slanglengte aanzienlijk verminderd door het mengsel in een dooskoeler op de bovenkant van het aquarium te

plaatsen, samen met acht koelpakketten. De koelpakketten werden elke dag vervangen en de temperatuur bleef gedurende 24 uur tussen 5 en 10 °C (41-50 °F). De onderstaande tabel geeft een samenvatting van de dagelijkse voedingshoeveelheden die elke dag opnieuw in acht partijen werden gedoseerd bij het experiment 2.

Tabel 4. Dagelijks voedingsysteem bij experiment 2. De voedingen werden om de drie uur danwel acht keer per 24 uur gedoseerd. In de loop van een maand werden de voedingshoeveelheden verhoogd. Phyto Feast Live bevat levende groene algen (*Nannochloropsis* en *Tetraselmis*), diatomen (*Thalassiosira*), haptophyten (*Isochrysis* en *Pavlova*) en cyanobacteriën (*Synechococcus*). Roti Feast bevat L-type rotifers (*Brachionus plicatilis*) en hun eieren. Oester Feest bevat oester eieren en eierstokweefsel, 1-200 µm deeltjesgrootte. Hoeveelheid in gram / gram werd geschat door 9% als droog gewicht te nemen voor de producten van Reed Mariculture.

Feed [□]	Quantity (mL / fl.oz.) [□]	Quantity (g / oz.) dry weight [□]	Final concentration per 3h batch (particles · L ⁻¹) [□]	Times reef concentration per 3h batch [□]
Phyto Feast Live [□]	15–50 / 0.51–1.69 [□]	1.35–4.50 / 0.05–0.16 [□]	1,781,250–5,937,500 [□]	0.08–0.26 [□]
Roti Feast [□]	25–50 / 0.85–1.69 [□]	2.25–4.50 / 0.08–0.16 [□]	35–69 [□]	5.51–11.02 [□]
Oyster Feast [□]	1–10 / 0.03–0.34 [□]	0.09–0.90 / 0.003–0.03 [□]	– [□]	– [□]
<i>Rhodomonas</i> sp. [□]	200–1,000 / 6.76–33.81 [□]	0.16–0.80 / 0.006–0.03 [□]	142,857–714,286 [□]	0.14–0.71 [□]
Total [□]	241–1,110 / 8.15–37.53 [□]	3.85–10.70 / 0.14–0.38 [□]	1,924,142–6,651,855 [□]	5.73–12.00 [□]

Tabel 3

Feed [□]	Quantity (mL / fl.oz.) [□]	Quantity (g / oz.) dry weight [□]	Final concentration per 3h batch (particles · L ⁻¹) [□]	Times reef concentration per 3h batch [□]
Phyto Feast Live [□]	25–100 / 0.85–3.38 [□]	2.25–9.00 / 0.08–0.32 [□]	2,968,750–11,875,000 [□]	0.13–0.52 [□]
Roti Feast [□]	25–100 / 0.85–3.38 [□]	2.25–9.00 / 0.08–0.32 [□]	35–139 [□]	5.51–22.05 [□]
Oyster Feast [□]	10–25 / 0.34–0.85 [□]	0.90–2.25 / 0.03–0.08 [□]	– [□]	– [□]
<i>Rhodomonas</i> sp. [□]	500–1,000 / 16.91–33.81 [□]	0.40–0.80 / 0.01–0.03 [□]	357,143–714,286 [□]	0.36–0.71 [□]
Total [□]	560–1,225 / 18.95–41.42 [□]	5.80–21.05 / 0.20–0.75 [□]	3,325,928–12,589,425 [□]	6.00–23.29 [□]

Tabel 4

Feed [□]	Quantity (mL / fl.oz.) [□]	Quantity (g / oz.) dry weight [□]	Final concentration per 3h batch (particles · L ⁻¹) [□]	Times reef concentration per 3h batch [□]
Phyto Feast Live [□]	25–100 / 0.85–3.38 [□]	2.25–9.00 / 0.08–0.32 [□]	2,968,750–11,875,000 [□]	0.13–0.52 [□]
Roti Feast [□]	25–100 / 0.85–3.38 [□]	2.25–9.00 / 0.08–0.32 [□]	35–139 [□]	5.51–22.05 [□]
Oyster Feast [□]	10–25 / 0.34–0.85 [□]	0.90–2.25 / 0.03–0.08 [□]	– [□]	– [□]
<i>Rhodomonas</i> sp. [□]	500–1,000 / 16.91–33.81 [□]	0.40–0.80 / 0.01–0.03 [□]	357,143–714,286 [□]	0.36–0.71 [□]
Total [□]	560–1,225 / 18.95–41.42 [□]	5.80–21.05 / 0.20–0.75 [□]	3,325,928–12,589,425 [□]	6.00–23.29 [□]

Tabel 5

Het droge gewicht van de Rhodomonas-cultuur werd geschat op 0,08%, gebaseerd op een gemiddelde celtelling van 8.000.000 cellen per ml en een biomassa van 100 pg per cel (Seixas et al., 2009). Natuurlijke planktonconcentraties zijn gebaseerd op Ayukai (1995), Heidelberg et al. (2004, 2010), Holzman et al. (2005), Yahel et al. (2005a, b) en Palardy et al. (2006).

Waterstroming

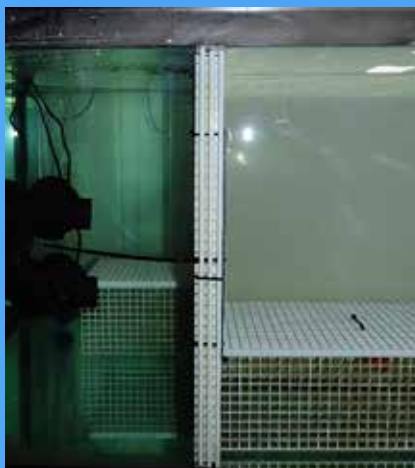
Waterstroming is een ander belangrijk aspect bij cultuur van *Dendronephthya*. Fabricius en collega's (1995a) vonden dat *Dendronephthya hemprichi* zichzelf optimaal voedt en groeit binnen een waerstromingsbereik van 10 tot 25 cm s⁻¹. Lagere stromingssnelheden resulteren in verminderde snelheid om in contact met deeltjes te kunnen komen waardoor de voeding en groei verminderd zijn. Hogere stromingssnelheden leiden tot vervorming van kolonies en poliepen door sterke trekkrachten wat resulteert in minder efficiënte filtervoeding.

Deze klokvormige relatie (a la de Gause kromme ofwel de normaalverdeling) tussen waterstroming en voedingssnelheid is bij onderzoek aangetroffen bij veel koraalvariëteiten (Wijgerde et al., 2012, Wijgerde 2013). Op basis van de behoeften van *Dendronephthya* is een cultuursysteem ontworpen waarin een laminaire waterstroming kan worden gecreëerd. Er werd een aquarium met de afmetingen 200 x 100 x 70 cm, of 80 x 40 x 28 inch (lengte x breedte x hoogte) en een totaal volume van 1.400 liter of 370 US gallons gebouwd.

De waterstroming werd geleverd door acht Tunze Turbelle Stream 6085 circulatiepompen met een totale capaciteit van 64.000 liter per uur (16.842 US gallons per uur). De pompen werden geplaatst in twee groepen van vier, op diagonaal tegenovergestelde zijden van het aquarium. De door de Turbelle pompen geproduceerde stroming werd beperkt door twee stromingslaminatoren die direct voor de pompen werden gepositioneerd. Elke stromingslaminator bestond uit drie eicellen die in geschatte vierkanten werden gesneden en met kabelbanden



Het laminaire waterstromingssysteem dat voor de experimenten werd gebruikt. Twee acrylplaten werden aan beide uiteinden van het aquarium geplaatst, waardoor afgeronde hoeken ontstaan die turbulente waterstroom voorkomen.



Laminaire waterstroming werd gecreëerd met acht Tunze 6085 circulatiepompen, die water door laminatoren op twee diagonaal tegenover elkaar gelegen zijden van het aquarium hebben geduwd. Dit resulteerde in tal van kleine waterstralen die via de de platen uittraden.

vastgemaakt werden met een geperforeerde PVC-plaat met 6 mm gaten aan de voorkant gemonteerd. De Turbelle pompen produceren tal van kleine waterstralen welke dankzij de laminatoren ontstaan. Na toevoeging van zout aan het aquarium bleek dat het waterstromingspatronen boven de koraaltafels in redelijke mate gelamineerd was. De waterstromingssnelheden werden

gemeten in verschillende gebieden boven de koraaltafels en varieerden tussen 14 en 33 cm s⁻¹. Waterstromingssnelheden direct voor de koralen die het dichtst bij de pompen waren, waren 21-33 cm s⁻¹. Voor de koralen in het midden van de tafel waren de waterstromingssnelheden 20-23 cm s⁻¹. Voor de verste weg van de pompen waren de waterstromingssnelheden 14-16 cm s⁻¹.

<https://youtu.be/KijVubLbfuM> Video die de laminar flow-instelling toont.

Filtratie

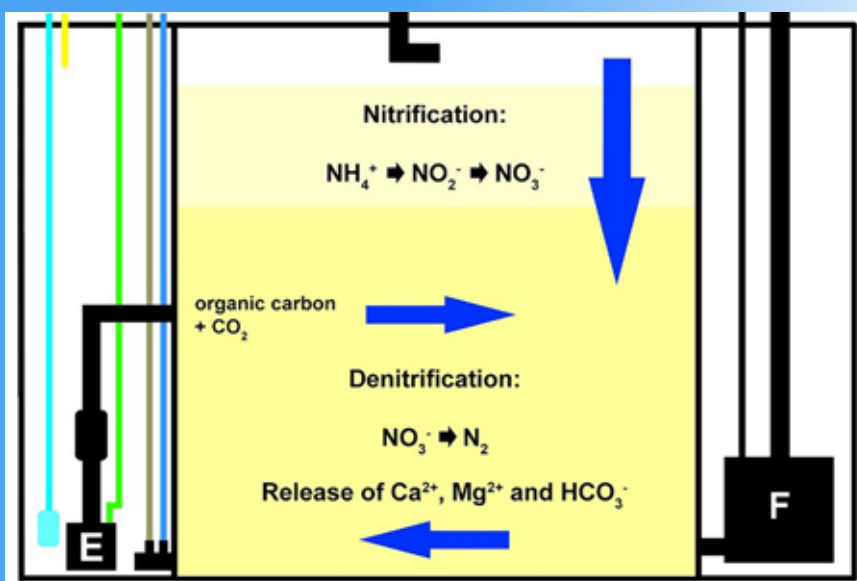
Zoals aquaristen weten, zijn voedselbeschikbaarheid en filtratie in aquaria twee verweven onderwerpen. Conventionele filtratie-inrichtingen zoals eiwitafschuimers, fluidised media reactors en biofilters staan bekend om het feit dat zij kleine fijne deeltjes wegvangen hetgeen problematisch is als men hoge planktonconcentraties in het aquariumwater zou willen handhaven.

Om dit probleem om te zetten heb ik een kleine versie van een DyMiCo (Dynamic Mineral Control) filter geïnstalleerd en op het aquarium geïnstalleerd.

DyMiCo werkt in principe als een diep zandbed of Jaubert-systeem, waarin nitrificatie en denitrificatie in verschillende lagen voorkomen. Het grote verschil is dat een IKS Aquastar de redoxwaarde van de hypoxische lagere laag van het zandbed meet en drie pompen aanstuurt teneinde een relatief stabiele waarde tussen -300 en -100 mV te behouden hetgeen resulteert in hoge denitrificatiesnelheden.

Bij hogere redoxwaarden wordt minder water door het zandbed met de retourpomp getrokken, en er wordt meer organische koolstof in het filter gepompt om het zuurstofverbruik door bacteriën te stimuleren. Bij lagere redoxwaarden vindt het tegenovergestelde plaats. Een derde pomp mengt het water constant in de onderste laag van het zandbed, om ervoor te zorgen dat koolstof gelijkmatig wordt verspreid en de redoxmetingen stabiel zijn. De constante lage redoxwaarde en de voortdurende beschikbaarheid van koolstof laten heterotrofe bacteriën toe om nitraat om te zetten in stikstofgas, dat uiteindelijk in het aquarium wordt gepompt en door waterbeluchting wordt verwijderd. Dit systeem spaart het aanwezige plankton doordat het hele systeem slechts een keer per dag wordt gefilterd. Dit is voldoende om een opbouw van nitraat en fosfaat te voorkómen terwijl tegelijkertijd meer plankton en kunstmatige voeding in het water kunnen blijven. Kooldioxide kan ook in het zandbed worden geïnjecteerd, gecontroleerd door dezelfde Aquastar en een pH-sonde, waardoor DyMiCo kan functioneren als een krachtige calciumreactor. Omdat ik slechts enkele zachte koralen in het aquarium had heb ik ervoor gekozen. Hoewel het filter prima was, gebruikte ik een oude acryl doos voor het zandbed en de pompen, omdat mijn budget beperkt was en ik moest improviseren.

Deze doos was niet bedoeld om buiten water te werken en begon na enkele maanden te buigen en te lekken. Ik moest hem uiteindelijk verwijderen waardoor met enige regelmaat de waterkwaliteit fluctueerde. Om een stabiele pH- en zuurstofverzadiging te behouden, werd het belangrijkste aquarium constant



Boven: Het op maat gemaakte DyMiCo (Dynamic Mineral Control) filter dat gebruikt werd om waterkwaliteit te behouden. Dit filter bewerkt anorganische stikstof en functioneert als een calciumreactor.

Beneden: Een schematisch overzicht van hoe DyMiCo werkt. Blauwe pijlen geven de waterstroming door het zandbed weer, met verticale stroom wanneer de retourpomp (F) actief is en horizontaal stroomt wanneer de mengpomp (E) actief is. De cyaankleurige lijn geeft de CO₂-toevoer (niet gebruikt voor dit experiment) weer en de gele lijn geeft de organische koolstofvoorraad aan. De bruine lijn is de pH-sonde, en de blauwe lijn toont de redox-sonde, die het interstitiële water van het zandbed meet.

belucht met een grote luchtsteen. Kunstmatig zeewater werd bereid met behulp van omgekeerd osmose water (geleidbaarheid <10 µs cm⁻²) en Tropic Marin PRO-REEF zeezout.

Koralen

Voor het eerste voorlopige experiment

werden tien *Dendronephthya*-monsters (van de familie *Nephtheidae*) via De Jong Marinelife, Nederland gebruikt.

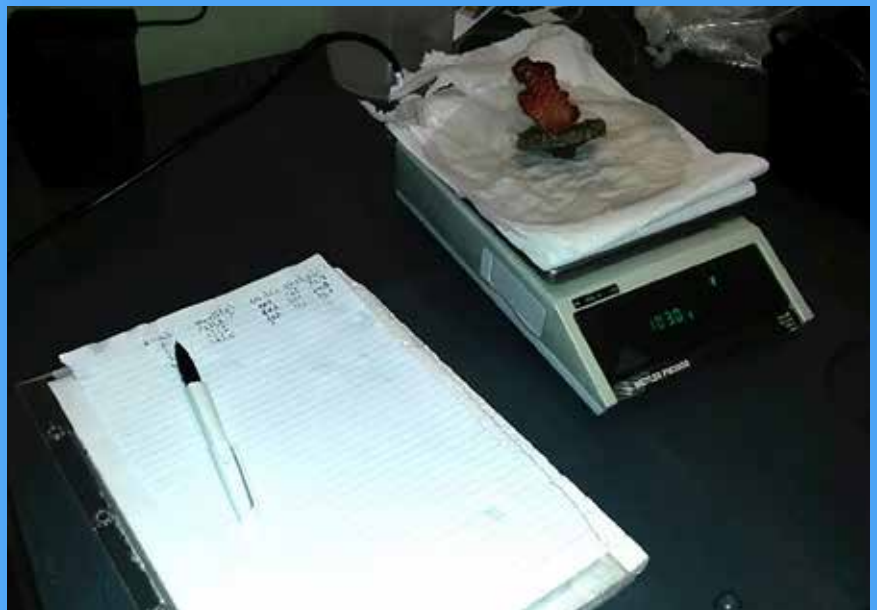
Ik heb ook een ander soort gekocht die een *Chironephtya* sp zou kunnen zijn. (van de familie *Nidaliidae*) of *Chromonephthya* sp. (familie *Nephtheidae*).

Op dit moment is het onmogelijk om de verschillende *Dendronepht*-hya-soorten die voor de experimenten worden gebruikt goed te identificeren omdat het genus een volledige herziening vereist (Van Ofwegen 2015). Op basis van morfologische verschillen is het echter waarschijnlijk dat verschillende soorten aanwezig waren. Alvorens in het aquarium te worden geplaatst werden alle koralen boven water gewogen terwijl ze nog steeds aan hun fragmentatie rotsen verbonden waren. Het was de bedoeling om zodra de koralen na een paar maanden zouden zijn gegroeid ze opnieuw te wegen om de gewichtstoename te bepalen. Door het verwijderen van de koralen van hun rotsen aan het eind van het experiment, zouden de netto start- en eindgewichten kunnen worden berekend. Dit zou de berekening van de relatieve of specifieke groei mogelijk maken. Echter, aangezien de koralen bleken te degenereren en niet goed reageerden op de blootstelling aan de lucht werd deze methode tijdens het tweede experiment verlaten. Tijdens experiment 1 werden alle koralen vastgezet op horizontale rasters op ongeveer 20 centimeter van de aquariumbodem. Alle kolonies werden loodrecht geplaatst op de waterstroom, waardoor maximale deeltjesvangst werd toegestaan.

Voor het tweede experiment werden slechts vijf kolonies gekocht wegens beperkte beschikbaarheid. Tijdens dit experiment werden alle koralen bevestigd aan het verticale oppervlak van de tabellen om te bepalen of dit de uitbreiding, gezondheid en groei zou beïnvloeden. Veldobservaties tonen aan dat verticaal groeiende *Dendronepht* veel betere overlevingskansen hebben, mogelijk door verminderde sedimentatie (Dahan en Benayahu 1997). Hetzelfde kan waar zijn in een aquarium dat zwaar gevoed wordt, met als gevolg detritusvorming en sedimentatie. Daarnaast constateerde Delbeek (2002) dat deze koralen geïrriteerd kunnen worden door het aanraken van de bodem van het aquarium, dat vooral problematisch is wanneer de koralen hun waterspanning verliezen en op de ondergrond komen te liggen.



Temperatuur en zoutgehalte werden gemeten bij aankomst. Alle koralen werden langzaam geacclimatiseerd om plotselinge veranderingen in waterchemie te voorkomen.



Alle koralen van experiment 1 werden gewogen voor de introductie in het aquarium.



Tijdens het eerste experiment werden alle koralen geplaatst bovenop de tafels, loodrecht op de waterstroom. Foto's tonen links en rechts van het aquarium.

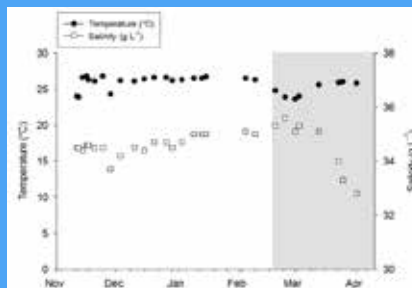


Bij het tweede experiment werden alle koralen aan de opstaande zijde van een ondergrond bevestigd.

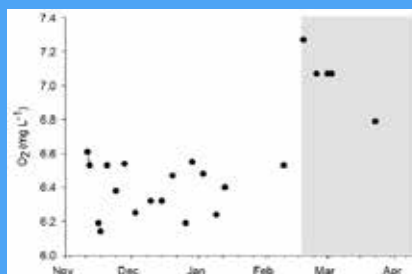
Voorlopige bevindingen en discussie Waterkwaliteit

De waterkwaliteit was in de loop van beide experimenten redelijk stabiel hoewel er geen waterveranderingen waren aangebracht. Toen het DyMiCo-filter op 18 februari 2015 werd verwijderd en wekelijkse waterwissels werden toegepast ontstonden er wisselende waterwaarden. Zoutgehalte daalde over een periode van vijf weken van 35,6 tot 32,7 g L⁻¹ (ppt), aangezien het toegevoegde water dat gebruikt werd voor de waterwissels (afkomstig uit een groot DyMiCo-systeem) een lagere zoutgehalte had.

De zuurstofconcentratie steeg van 6,5 tot 7,3 mg L⁻¹ mede doordat de watertemperatuur daalde waardoor de zuurstofoplosbaarheid verhoogd werd. De hoeveelheid voedingsstoffen nam aanzienlijk toe, met name de nitraat-stikstof met een factor 5 ondanks een 50% wekelijkse waterwissel. In de afgelopen weken resulteerden 75% wekelijkse waterwissels in gemiddelde nitraat-stikstofniveaus. Dit laat zien hoe effectief DyMiCo nitraat in de eerste paar maanden heeft verwijderd. De verhoogde nitraat- en fosfaatconcentraties leken de uitbreiding van de kolonie niet negatief te beïnvloeden.



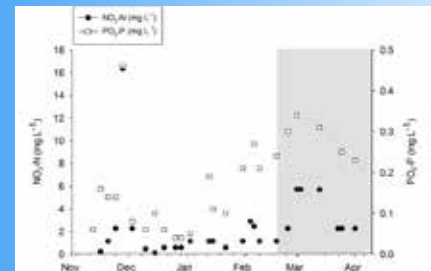
Temperatuur en zoutgehalte tijdens de experimenten. Het grijze gebied geeft aan dat het DyMiCo-filter is verwijderd. Gedurende deze laatste periode werd er wekelijks een 50 of 75% waterwissels gedaan.



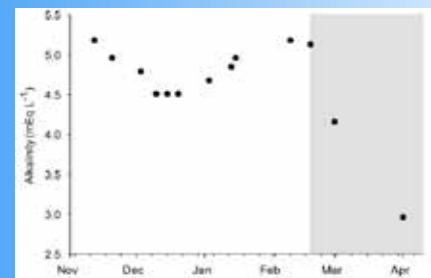
Zuurstofgehalte tijdens de experimenten. Het grijze gebied geeft aan dat het DyMiCo-filter is verwijderd. Gedurende deze laatste periode werd er wekelijks een 50 of 75% waterwissels gedaan.

In de afgelopen weken resulteerde een 75% waterverandering echter in een toename van volume van alle kolonies binnen 30 minuten.

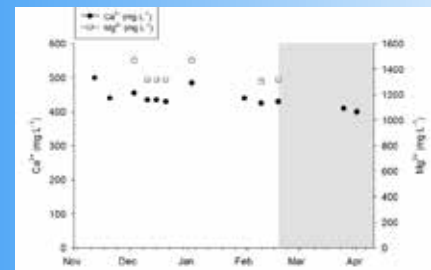
Of deze plotselinge toename van het volume plaatsvond door de verminderde voedingsniveaus, een andere waterchemie of de toevoeging van specifieke soorten plankton is onduidelijk.



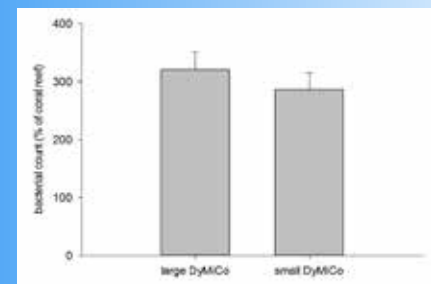
Nitrat-N en fosfor-P waarden tijdens de experimenten. Het grijze gebied geeft aan dat het DyMiCo-filter is verwijderd. Gedurende deze laatste periode werd er wekelijks een 50 of 75% waterwissels gedaan.



Zoutgehalte tijdens de experimenten. Het grijze gebied geeft aan dat het DyMiCo-filter is verwijderd. Gedurende deze laatste periode werd er wekelijks een 50 of 75% waterwissels gedaan.



Calcium- en magnesiumwaarden tijdens de experimenten. Het grijze gebied geeft aan dat het DyMiCo-filter is verwijderd. Gedurende deze laatste periode werd er wekelijks een 50 of 75% waterwissels gedaan.



Aantallen heterotrofe bacteriën in beide DyMiCo systemen vergeleken met het koraalrif (800.000 bacteriën mL⁻¹). Gegevens zijn gemiddelden + s.d. (N = 10 tellen).

Koraalgezondheid en groei - Experiment 1

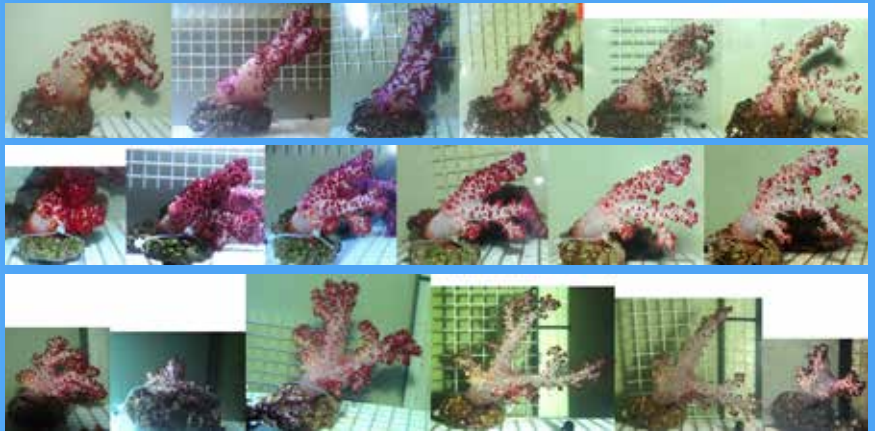
Tijdens de eerste week was de uitbreiding van het koraal beperkt. De meeste kolonies vertoonden een slechte hydrostatische druk en bleven plat op de ondergrond liggen. Het is bekend dat *Dendronephthya* spp. gevoelig is voor blootstelling aan lucht (Fabricius 2014).

De koraalgezondheid nam langzaam af. Na vier weken werd er een daling van poliepenbezetting duidelijk zichtbaar. Dit werd gevolgd door verminderde inflatie, waardoor de koralen een verdorde gestalte aannamen. Zonder voldoende poliepen om water via ciliaire stromingen naar binnen te halen kunnen zachte koralen waarschijnlijk geen hydrostatische druk handhaven waardoor de kolonies niet in de rechtep kunnen blijven staan. Vermindering van aantallen poliepen resulteert in een minder effectieve filtervoeding. Het is mogelijk dat deze koralen na enkele weken een point of no return bereiken, waarna vermeerdering van voedsel geen gunstig effect meer zal hebben. Twee kolonies leken beter te presteren en er is zelfs bij één van deze twee kolonies evidentie voor groei bij aan de topjes van de takken. Echter waren na ongeveer drie maanden zelfs deze koralen volledig gedegeneerd.

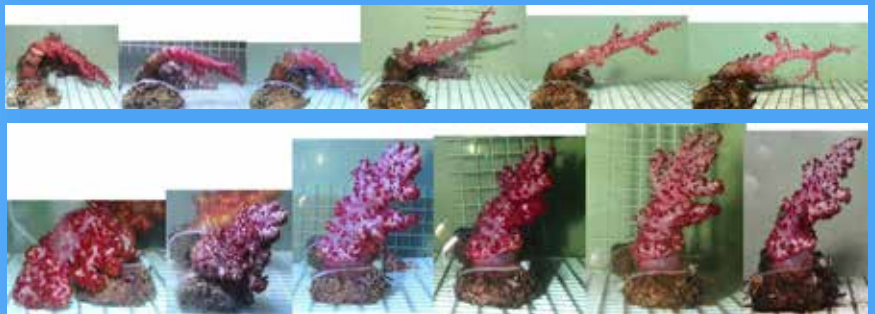
Ondanks de teleurstellende resultaten van het eerste experiment, ongeveer een maand na de introductie van de eerste serie koralen, was asexuele reproductie zichtbaar. Verscheidene kleine kolonies, bekend als rekruten, werden gevonden aan de basis van verschillende kolonies. De continue afgifte van klonale fragmenten is een natuurlijk proces voor *Dendronephthya* spp. (Dahan en Benayahu 1997, Fabricius en Alderslade 2001), en blijktbaar voorkomt zowel gezonde als stressvolle exemplaren. Uiteindelijk verdwenen deze rekruten, waarschijnlijk door de zware sedimentatie van de cultuurstenen die ze groeien, in overeenstemming met de suggesties van Dahan en Benayahu (1997).

Kolonie Expansie - Experiment 1

Veldwaarnemingen wijzen er op dat deze koralen ongeveer 15 uur per dag worden in een geëxpandeerde



Drie *Dendronephthya* kolonies die allemaal in de loop der tijd een soortgelijke progressie lieten zien; Verlies van poliepen, gevolgd door verminderde hydrostatische koloniedruk en tenslotte complete degeneratie. Foto's tonen koralen in weken 1, 2, 3, 4, 5 en 8, van links naar rechts, respectievelijk.



Twee kolonies waarmee het beter lijkt te gaan hoewel zelfs deze uiteindelijk volledig dedegeneerden. Foto's tonen koralen in weken 1, 2, 3, 4, 5 en 8, van links naar rechts, respectievelijk.

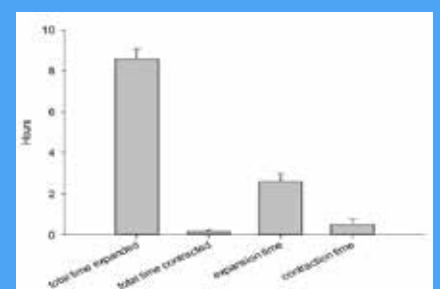


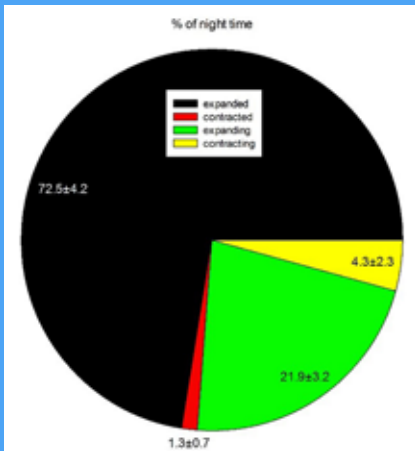
In december 2014, ongeveer een maand nadat het eerste experiment was begonnen, werden er meerdere rekruten gevonden (witte pijlen). Deze fragmenten worden vrijgegeven door kolonies als middel voor ongeslachtige voortplanting.

toestand verkeren hetgeen vooral tijdens de nacht aan de orde is (Fabricius 2014).

Tijdens experiment 1 werd de nachtuitbreiding en het samendragingsgedrag van drie koralen opgenomen met een camera met nachtvisie (Sony HDR-CX505), samen met een low power aquarium LED-licht. Tijdens een 12-uursnacht bleken de koralen ongeveer 8,5 uur in een geëxpandeerde toestand te verkeren. Dit suggereert dat het belangrijk is om deze koralen zowel 's nachts als tijdens de dag te voeden. Bovendien wijzen de gegevens erop dat deze koralen veel meer tijd hebben om

zichop te blazen dan te ontladen. Tenslotte, hoewel de tijdsberekening van inflatie / deflatie voor elk individu verschilt, is de totale tijd die in een bepaalde toestand wordt besteed, gelijk tussen de drie kolonies.





Koloniegedrag tijdens een 12-uursnacht (7:37 - 7:27 uur). Gegevens zijn middelen ± s.d. (N = 3).

https://youtu.be/s_ClcPsac7M

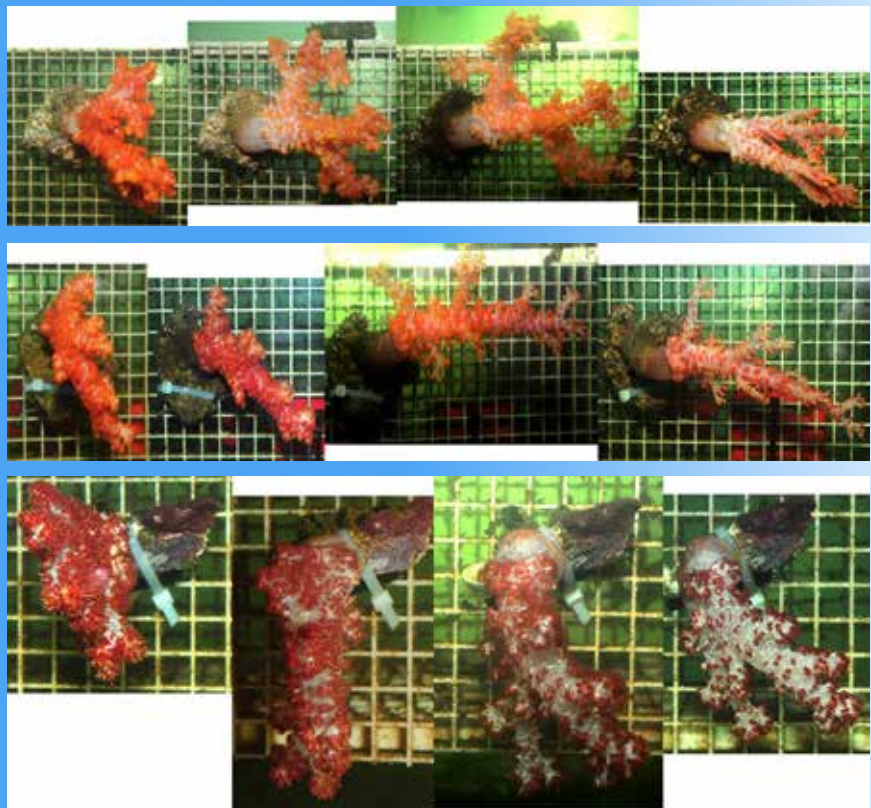
Time-lapse video die het uitbreidings- en samendragingsgedrag van *Dendronephthya* toont. Tijdcompressie is 100 keer, met ongeveer 12 uur beeldmateriaal gecondenseerd tot ongeveer 7 minuten. Interessant genoeg, hoewel elke kolonie zijn eigen ritme lijkt te hebben, is de totale tijd die in een bepaalde toestand wordt besteed, vergelijkbaar tussen koralen.

Koraalgezondheid en groei - Experiment 2

De tweede partij koralen werd niet onderworpen aan weeg- en blootstelling aan lucht en vertoonde een goede kolonieuitbreiding vanaf de eerste dag. Dit ondersteunt het standpunt dat *Dendronephthya* spp. gevoelig zijn voor blootstelling aan lucht (Fabricius 2014). Het verschil in oriëntatie van de kolonies kan echter ook een invloed hebben op de uitbreiding van de kolonie. Tijdens dit experiment werden alle koralen vastgezet op het verticale oppervlak van de roosters. Delbeek (2002) en Fabricius (2014) hebben gesuggereerd dat deze koralen worden geïrriteerd door oppervlakken aan te raken wat inderdaad aan de orde leek te zijn tijdens experiment 1 als ze bovenop de roosters geplaatst werden. Bij experiment 2 werd náást een andere plaatsing dan bij experiment 1 (vertikaal ipv. op een horizontale ondergrond) dagelijks meer plankton gedoseerd hetgeen ook zou kunnen leiden tot een toename van uitbreiding.

Wat ook de redenen voor het er beter uitzien van het koraal tijdens het tweede experiment waren, alle kolonies bleken duidelijke tekenen van afname van volume te vertonen met uitzondering van één soort waarvan er slechts één monster kon worden verkregen. Een soortgelijk patroon van afname werd waargenomen, beginnend met het verlies van poliepen, gevolgd door verminderde hydrostatische koloniedruk.

Tijdens dit experiment werden twee slakken gevonden op twee verschillende koraalkolonies. Tenminste één hiervan was *Diminovula culmen* (Van Ofwegen 2015) en deze slak liet duidelijk graaspatronen op zijn gastkoraal achter. De slak produceerde ook regelmatig eiersclusters. Of het slakkenbroedsel tot ontwikkeling kon komen is onduidelijk. Beide slakken werden verwijderd en in alcohol bewaard voor eventueel verder onderzoek.



Drie *Dendronephthya* kolonies die in de loop der tijd weer een soortgelijke progressie vertoonden; verlies van poliepen, gevolgd door verminderde hydrostatische koloniedruk. Foto's tonen koralen van links naar rechts in de weken 1, 3, 5 en 8.



Diminovula culmen die gevonden werd op twee kolonies. Eiermassa's werden voortdurend geproduceerd. Kijken we naar de schade die de slakkenbeten aan de koralen toebrengen dan kunnen deze slakken worden beschouwd als parasieten.



De schelpen van de slakken zijn zichtbaar aangezien de mantel het niet meer bedekt wanneer deslakken aan lucht blootgesteld zijn. Het model aan de rechterkant is *Diminovula culmen*, de linker is onbekend maar is mogelijk ook *D. culmen*. Schaalstaven zijn in inches (boven) en centimeter (onder)

<https://youtu.be/KdK4crEasoc>

Film van een *Dendronephthya* kolonie met *Diminovula culmen* en eimassa's.

Wat bepaalt het succes met *Dendronephthya*?

Het is onduidelijk waardoor binnen drie maanden de meeste koralen degenererden ondanks de aanzienlijke hoeveelheid plankton van hoge kwaliteit die continu in het aquarium werd gedoseerd. Bijvoorbeeld, gedurende de loop van experiment 2, werd meer dan 21 gram drooggewicht equivalent elke dag vrij vaak toegevoerd. Daarnaast was de dichtheid van heterotrofe bacteriën in de waterkolom hoog. Waterkwaliteit was ook relatief hoog, met nitraat- en fosfaatgehalten binnen een aanvaardbaar bereik voor het mariene leven.

In het verleden hebben sommige aquaristen succes op middellange termijn met *Dendronephthya* gemeld waardoor ze in meer dan een jaar met een groei blijven groeien (Matthews 2008). Er zijn verschillende mogelijke verklaringen waarom de huidige experimenten geen gezonde en snelgroeiende koralen produceren. Op dit moment blijven de onderstaande verklaringen echter slechts speculatief.

De eerste mogelijke verklaring voor het waargenomen koraalverlies is het gebrek aan een natuurlijk voedselweb in het experimentele aquarium. Om te voorzien in basale gecontroleerde omstandigheden installeer ik een aquarium met bekende waterparameters, waterstroom, voedingshoeveelheden en hoeveelheid koraalbiomassa. Door het niet introduceren van het andere mariene leven, behalve dat wat aanwezig was op de kleine stukjes

levende rots waaraan de koralen waren gehecht, probeerde ik het 'steriel' te houden. Het is mogelijk dat zonder aanwezigheid van vissen of ander marien leven uitscheidingsproducten ontbreken die in de natuur essentiële verbindingen in de voedselketen creëren. Misschien was het systeem gebrekkig in specifieke soorten opgeloste organische stoffen (DOM, dissolved organic matter) zoals ureum of aminozuren, verbindingen waar van bekend is dat ze door vissen worden uitgescheiden en door koralen uit het water worden geëxtraheerd (Grover et al., 2006, 2008). Hoewel deze stoffen slechts in kleine concentraties aanwezig zijn op riffen, vormen ze een belangrijke bron van organisch stikstof voor koralen. Het is ook bekend dat sponzen een belangrijke link vormen in het koraalrifweb bij recycling van opgelost organisch materiaal en omzetten in sponsbiomassa (De Goeij et al., 2013). Door voortdurend afzetten van filtercellen (choanocyten), geven sponzen rifleven met een constante toevoer van detritaalvoedsel. Misschien is *Dendronephthya* behoeft een meer compleet rifsysteem van koralen, sponzen, vissen en ander zeeleven.

Een andere mogelijke verklaring voor het gebrek aan succes is een planktontekort hoewel de tabellen 3 en 4 aangeven dat er voldoende deeltjes aanwezig waren tijdens de experimenten. In termen van alleen algen en bacteriën (Phyto Feast Live samen met

Rhodomonas) werd elke drie uur een benadering van de natuurlijke planktonconcentratie vastgesteld, althans tijdens de tweede helft van beide experimenten. Samen met Roti Feast and Oyster Feast zou men verwachten dat er voldoende voedsel voor de koralen beschikbaar was. Hoewel deze koralen het water qua plankton snel kunnen uitputten (Fabricius et al., 1995a, b) werd dit acht keer per dag gecorrigeerd door het inbrengen van nieuw plankton in het aquarium. Het is mogelijk dat hogere voedingssupplementen zouden hebben geleid tot gunstiger resultaten. Dit moet echter nog onderzocht worden.

Naast kwantiteit kan de kwaliteit van het voedsel onvoldoende zijn geweest, d.w.z. het voedselmengsel kan betreffende specifieke prooi-componenten en dus organische verbindingen gebrekkig zijn. Fabricius et al. (1995a) hebben aangetoond dat *Dendronephthya hemprichi* de larven van tweekleppige dieren en buikpotigen zoals copepoden, consumeert. Samen vormen deze prooi-componenten meer dan 97% van alle zoöplanktonen dat aanwezig is in steekproeven van koraalpoliepen welke verzameld werden in het natuurlijke habitat. Hoewel de totale energie die wordt verkregen uit zoöplankton beperkt is, kan het essentiële verbindingen voor groei verschaffen. Het is mogelijk dat de verstrekte voeding niet past bij het voedingsprofiel van natuurlijk prooi doordat deze natuurlijke prooi moeilijk te repliceren is.



Dendronephthya en *Scleronephthya* spp. Calciumcarbonaat produceren sclerieten, waardoor de stijfheid van de kolonie en de weerstand tegen sterke waterstromen wordt gereduceerd. Dit laat deze koralen toe om sterke waterstromen te weerstaan. Foto van Bart Stanczyk, www.reefhub.pl.

Vet- of aminozuren kunnen bijvoorbeeld onevenwichtig zijn voor de groei van *Dendronephthya*. Een mogelijke kandidaat zou asparaginezuur zijn, wat essentieel is voor organische matrixsynthese en sclerietvorming (Allemand et al. 1998, 2004; Rahman et al., 2006a, b). Zonder voldoende hoeveelheden van dit aminozuur kunnen de ondersteunende sclerietbundels rond *Dendronephthya* poliepen niet goed worden geproduceerd. Op dit moment blijft dit echter nog een vermoeden aangezien de diverse combinaties van fytoplankton en zoöplankton zou moeten resulteren in een zeer compleet dieet. Aangezien het meer lijkt op natuurlijke zoöplankton-prooi van *Dendronephthya*, zou de kleine calanoïde copepode *Parvocalanus Crassirostris* mogelijk een aanvaardbaar resultaat op kunnen opleveren.



Een minder voorkomende witte nephtheide. Foto van Bart Stanczyk, , www.reefhub.pl.

Naast mogelijke tekortkomingen in deeltjes of opgeloste organische verbindingen kunnen de waterstromen het experiment beïnvloed hebben. De kolonies die het dichtst bij de stromingspompen zijn geplaatst hebben hogere stromingssnelheden ervaren dan de koralen die verder stroomafwaarts geplaatst zijn, met een totale stromingsbereik van 14-33 cm s⁻¹. Er kon echter geen duidelijke correlatie tussen koraalgehalte en stromingssnelheid worden waargenomen. Korallen stroomopwaarts degenereerden op een gelijke snelheid als die welke verder stroomafwaarts stonden. Bovendien moet het toegepaste stromingsbereik geschikt zijn voor deze koralen (Fabricius et al. 1995a).

Het is theoretisch mogelijk dat oscillerende waterstroming een beter resultaat oplevert. Ondiep groeiende

koralen ervaren regelmatige veranderingen in stromingssnelheid en richting door de getijden (tijdschaal van uren) en golfwerking (tijdschaal van seconden), waardoor beide koloniezijden zich kunnen voeden. Dit kan de voedingsefficiëntie van koloniale organismen zoals koralen verbeteren (Hunter 1989). Veldwaarnemingen wijzen er echter op dat veel *Dendronephthya* spp. op de riffen geen wisselstroompatronen ontmoeten aangezien zij meestal onder de tussentijdse zone groeien op diepte van 20 meter of dieper (Fabricius en Alderslade 2001). Derhalve lijkt een negatief verband tussen de in de experimenten toegepaste waterstroming en de waargenomen kolonie-afname niet voor de hand te liggen.

https://youtu.be/DVjqzOs9I_I
Dendronephthya kolonies groeien op een rif helling in de Andaman Zee, Thailand, blootgesteld aan sterke waterstromen. Troebel water zorgt voor de koralen met plankton en detritale stof. Video met dank aan Bart Stanczyk, www.reefhub.pl.

Sedimentatie speelde een duidelijk rol tijdens het eerste experiment. Aangezien de koralen op een horizontaal substraat waren geplaatst verzamelden de concave rotsen waaraan ze waren gehecht aanzienlijke hoeveelheden detritale materie. Dit vervuilde zowel de basis van de ouderkolonies als rekruten die rond de kolonies werden gevormd. Sedimentatie was veel minder zichtbaar tijdens experiment 2, toen alle koralen op een verticaal oppervlak werden gemonteerd.

Het is interessant om op te merken dat er één specimen in goede gezondheid bleef. Op het moment van schrijven is dit koraal voor vier maanden stabiel gebleven. Dit komt mogelijk door de verschillende voedingsvoorkeuren van het koraal die beter overeenkomen met de voedingsgiften die tijdens de experimenten zijn verstrekt. Dit vraagt om verder onderzoek met meer kolonie-replicaten onder verschillende omstandigheden en met verschillende soorten voedingsgiften. Grossowicz en Benayahu (2012) vermoeden dat verschillende soorten in het genus *Dendronephthya* zich voeden met

verschillende soorten plankton die door hun polymorfologie kunnen worden onderscheiden. Bijvoorbeeld, *D. sinaiensis* heeft tentakelspinnen die nauwer zijn gespecificeerd dan die van *D. hemprichi*, waarbij de afstand tussen twee rijen pinnules aan de basis van de tentakels van *D. sinaiensis* 28 µm is, tegen 50 µm in *D. hemprichi*. Dit kan *D. sinaiensis* toestaan om kleiner prooimateriaal te consumeren. Grossowicz en Benayahu (2012) postuleren dat relatief grote fytoplanktonsoorten in een groottebereik van 25-50 µm zoals de in de Rode Zee voorkomende dinoflagellaten *Ceratium fusus* en *Ceratocorys* sp. worden verbruikt door *D. hemprichi*. Kleinere fytoplankton, zoals de groene algen *Nannochloropsis* sp. en *Tetraselmis* sp. kan effectiever worden gevangen door *D. sinaiensis* omdat het langere en dichter op elkaar staande pinnules heeft. Zij vermelden ook dat *D. sinaiensis* een op meer specifiek voedsel gerichte soort is in tegenstelling tot *D. hemprichi*, die een meer generalistisch voedingspatroon lijkt te tonen. Het is mogelijk dat de meeste koralen gebruikt in de voorlopige experimenten die hier worden gepresenteerd, zich niet effectief kunnen voeden met het kleine fytoplankton met een celgrootte van meestal 0,6 tot 20 µm. Hoewel *Rhodomonas* gewoonlijk groter is met een celledge van maximaal 30 µm, kan de toegevoegde hoeveelheid onvoldoende zijn.



Een rif helling met dichte *Dendronephthya* bezetting in de Andaman Zee, Thailand. Foto van Bart Stanczyk, www.reefhub.pl.

Conclusies

De voorlopige experimenten die hier worden gepresenteerd bevestigen opnieuw de heersende opinie dat *Dendronephthya* koralen zeer moeilijk in aquaria gehouden kunnen worden.



Hoewel de waterstromingsnelheid en -patronen nauw overeenkomen met die welke in het natuurlijke habitat van deze koralen zijn gevonden, er aanzienlijke hoeveelheden plankton warden verstrekt en de kwaliteit van de water voldoende gehandhaafd werd, verslechterde de conditie van de meeste koralen snel. Er moet nog besloten worden welke factor(-en) de gezondheid en groei van *Dendronephthya* spp. bepalen. Voedselhoeveelheid en -kwaliteit blijven belangrijke variabelen die in de toekomst zullen worden bestudeerd. Toekomstige experimenten kunnen verschillen in overlevingssnelheden en groei tussen soorten binnen het genus *Dendronephthya* onthullen omdat verschillende polymorfologieën hen in staat stellen om zich met verschillende voedingsmiddelen te voeden. Voorlopig beveel ik aan dat aquaristen van deze koralen genieten in hun natuurlijke habitat, in plaats van in een eigen aquarium. Als we echter nog meer moeten leren over de biologische en cultuurbehoeften van deze

koralen, met name aangaande hun voedingsvoorkeuren, zullen we experimenten met kleine aquaria moeten uitvoeren. We kunnen verwachten dat we op een bepaald momenten we de biodiversiteit die op koraalriffen is gevonden, echt kunnen repliceren, met bloeiende sponzen, manteldieren, bryozoanen, tweekleppigen, crinoïden, zooxanthellaatkorallen en vele andere ongewervelde dieren. Een dergelijk rifspectrum zou echt inspirerend zijn en een grote educatieve waarde hebben.

Noot van de auteur:

Na dit vooronderzoek heb ik ruim zes maanden een *Dendronephthya* gezond kunnen houden in een ander DyMiCo testsysteem. Mogelijk is dit gelukt omdat in dit systeem diverse vissen en ongewervelde dieren aanwezig waren. Misschien voeden *Dendronephthya* spp. zich niet alleen met plankton, maar ook met de uitscheidingsproducten van vissen en ongewervelde dieren. Denk hierbij aan ureum, aminozuren of sponscellen. Helaas,

na zes maanden moest ik het systeem afbreken wegens persoonlijke omstandigheden. Ik denk deze koralen nu nog langer in leven te kunnen houden. Glenn Fong laat dit ook zien in zijn DyMiCo-testsysteem.

Dankwoord

Ik wil de volgende particuliere en bedrijfssponsors wier royale steun dit onderzoeksproject mogelijk maakte bedanken: Anthony28, kuzia2k, focapa, Fotoservice IJmond, Ted Bergström, carsten8117, perchikbest, tunixpatriot, valerya.voronina, Sergey Osmanov, Cezet, art186, valensa76, olivervm, Elena Ivanova, norkinoff, gpieterse, martijn.van.beek2, all-saf-ronov, centralreef, Marielle Weis-scher, karta-90, Arjen Tilstra, wedi71, lev22, spawn.adt, cyclod, ramsey5, basopotam, Jeffrey, K Ho, ethan073, Josef Barak, Jaap van Wingerden, Michael E., Sophia Thompson, R. Dokter, Morfeus, gregior, arduan77, b_rapacz, nstrochkov, olecha7, Bart Stanczyk, Magdalena Ryba, HetmanPL, irmina, rafalkruczek, koen-hermans, DLTEthomas.hailey,



Azooxanthellate koralen, hier *Dendronephthya* and *Tubastraea*, vertrouwen voor hun overleving op plankton en andere organische stoffen. Foto van Bart Stanczyk, www.reefhub.pl.



Jack, Bart Jansen, wbuzatto, Glenn Fong, Alexandra Rose, Karin & Hans, Christine Wijgerde, tanuhov, Edo van Bruggen, AquaViva Coral Farm Mexico, ccd.carreira, Lieke Wijgerde, Catarina Silva, saltvattensguiden.se, Advanced Aquarist, Jenlen.ru, ReefHub.pl, Reef Club, Reefcentral.ru, Porifarma, Bioted Marine, Living Reef Orlando, Reed Mariculture, Open Haarden Centrum Vlaardingen, Tropic Marin, EcoDeco, Wageningen UR, Jarathana International, BV van Dijk projectontwikkeling and Blue-Linked. Speciaal dank aan Michaël Laterveer (bluelinked.eu), Leonard Ho (advancedaquarist.com), Bart Stanczyk (reefhub.pl) and Walmyr Buzatto (reefclub.com.br) voor hun zeer gewaardeerde ondersteuning evenals aan Charles Delbeek voor zijn inspirerende artikel van 2002 in Advanced Aquarist.

Referenties

- Allemand D, Ferrier-Pagès C, Furla P, Houlbrèque F, Puvarel S, Reynaud S, Tambutté É, Tambutté S, Zoccola D (2004) Biomineralisation in reef-building corals: from molecular mechanisms to environmental control. *C R Palevol* 3:453–467
- Allemand D, Tambutté E, Girard JP, Jaubert J (1998) Organic matrix synthesis in the scleractinian coral *Stylophora pistillata*: role in biomineralization and potential target of the organotin tributyltin. *J Exp Biol* 201:2001–2009
- Ayukai T (1995) Retention of phytoplankton and planktonic microbes on coral reefs within the Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs* 14:141–147
- Dahan M, Benayahu Y (1997) Clonal propagation by the azooxanthellate octocoral *Dendronephthya hemprichi*. *Coral Reefs* 16:5–12
- De Goeij JM, van Oevelen D, Vermeij MJA, Osinga R, Middelburg JJ, de Goeij AFPM, Admiraal W (2013) Surviving in a Marine Desert: The Sponge Loop Retains Resources Within Coral Reefs. *Science* 342:108–110
- Delbeek JC (2002) Non-photosynthetic Corals: They really are hard! *Advanced Aquarist* 1(1)
- Fabricius KE (2014) AIMS Senior Principal Research Scientist, Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia, personal communication
- Fabricius KE, Alderslade P (2001) Soft corals and sea fans – A comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the Central-West Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia. 264 p
- Fabricius KE, Benayahu Y, Genin A (1995b) Herbivory in asymbiotic soft corals. *Science* 268:90–92
- Fabricius KE, Genin A, Benayahu Y (1995a) Flow-dependent herbivory and growth in zooxanthellae-free soft corals. *Limnol Oceanogr* 40:1290–1301
- Grossowicz M, Benayahu Y (2012) Differential morphological features of two *Dendronephthya* soft coral species suggest differences in feeding niches. *Mar Biodiv* 42:65–72
- Grover R, Maguer JF, Allemand D, Ferrier-Pagès C (2006) Urea uptake by the scleractinian coral *Stylophora pistillata*. *J Exp Mar Biol Ecol* 332:216–225
- Grover R, Maguer JF, Allemand D, Ferrier-Pagès C (2008) Uptake of dissolved free amino acids (DFAA) by the scleractinian coral *Stylophora pistillata*. *J Exp Biol* 211:860–865
- Heidelberg KB, O'Neil KL, Bythell JC, Sebens KP (2010) Vertical distribution and diel patterns of zooplankton abundance and biomass at Conch Reef, Florida Keys (USA). *J Plankt Res* 32:75–91
- Heidelberg KB, Sebens KP, Purcell JE (2004) Composition and sources of near reef zooplankton on a Jamaican forereef along with implications for coral feeding. *Coral Reefs* 23:263–276
- Holzman R, Reidenbach MA, Monismith SG, Koseff JR, Genin A (2005) Near-bottom depletion of zooplankton over a coral reef II: relationships with zooplankton swimming ability. *Coral Reefs* 24:87–94
- Hunter T (1989) Suspension feeding in oscillating flow: the effect of colony morphology and flow regime on plankton capture by the hydroid *Obelia longissima*. *Biol Bull* 176:41–49
- Matthews C (2008) Report On a Successful Husbandry Method for a General Azooxanthellate Reef System Including *Dendronephthya*. *Reef-keeping* 7(2)
- Palardy JE, Grottoli AG, Matthews KA (2006) Effect of naturally changing zooplankton concentrations on feeding rates of two coral species in the Eastern Pacific. *J Exp Mar Biol Ecol* 331:99–107
- Rahman MA, Isa Y, Takemura A, Uehara T (2006a) Analysis of Proteinaceous Components of the Organic Matrix of Endoskeletal Sclerites from the Alcyonarian *Lobophytum crassum*. *Calcified Tissue International* 78:178–185
- Rahman MA, Isa Y, Uehara T (2006b) Studies on Two Closely Related Species of Octocorallians: Biochemical and Molecular Characteristics of the Organic Matrices of Endoskeletal Sclerites. *Marine Biotechnology* 8:415–424
- Seixas P, Coutinho P, Ferreira M, Otero A (2009) Nutritional value of the cryptophyte *Rhodomonas lens* for *Artemia* sp. *J Exp Mar Biol Ecol* 381:1–9
- van Ofwegen L (2015) Senior Researcher - Marine Zoology, Soft corals. Naturalis Biodiversity Center, Leiden, The Netherlands, personal communication
- Wijgerde T (2013) Coral Feeding: An Overview. *Advanced Aquarist* 12(12)
- Wijgerde T, Spijkers P, Karruppanan E, Verreth JAJ, Osinga R (2012) Water flow affects zooplankton feeding by the scleractinian coral *Galaxea fascicularis* on a polyp and colony level. *J Mar Biol* doi:10.1155/2012/854849
- Yahel R, Yahel G, Berman T, Jaffe JS, Genin A (2005a) Diel pattern with abrupt crepuscular changes of zooplankton over a coral reef. *Limnol Oceanogr* 50:930–944
- Yahel R, Yahel G, Genin A (2005b) Near-bottom depletion of zooplankton over coral reefs: I: diurnal dynamics and size distribution. *Coral Reefs* 24:75–85

