

Oud wordt weer actueel:

Zandbedden en Wodka, deel 2

door Eric Borneman, vertaling: Rien van Zwiene

In mijn artikel in het vorige magazine heb ik bekeken hoe de aquariumhobby vol zit met zogenaamde “nieuwe” ideeën die periodiek en cyclisch van oorsprong zijn. Sommige historische en huidige trends waarbij zeewater-aquarianen zich steeds weer opnieuw lijken uit te vinden werden besproken en in dit artikel zal ik mijn gedachten concentreren op nog zo'n trend, namelijk het toevoegen van wodka aan aquaria.

Omdat sommige Europese landen bepalend geweest zijn bij de vooruitgang van de rif aquarium technieken, is er vaak een merkbare impressie dat hun kennis en vaardigheden benijdenswaardig zijn. Ik heb aquarianen in vele Europese landen gezien, gesproken en mee samengewerkt en ik kan zeggen dat het gemiddelde niveau daar gelijk is met wat het is in de Verenigde Staten. Er zijn een aantal top aquarianen, er zijn gemiddeld succesvolle aquarianen, er zijn worstelende aquarianen en er zijn ook mensen die beter helemaal geen aquarium gekocht zouden hebben.

Europeanen klagen ook regelmatig over het gebrek aan beschikbare informatie in hun moedertaal, en tijdschriften uit Engeland, Italië, Frankrijk, Duitsland, en andere landen zijn dezelfde die hier aangeboden worden. Met andere woorden er zijn sommige waardevolle artikelen, en er zijn er die beter in de prullenmand van de redacteur hadden kunnen blijven dan in druk te verschijnen. Mijn eerste statement in dit onderwerp is: Ook al hebben Europeanen betere kaas, brood, en architectuur dan wij, ze zijn niet automatisch almachtig, of zelfs gewenst als rif aquarium autoriteiten.

Ik kan er ook aan toevoegen dat een van de beste wodka's, verrassend genoeg, hier in mijn huis-Staat Texas gemaakt wordt; een gouden medaille winnend merk genaamd Totto's zelfgemaakte wodka die, als het gemengd wordt met versgeperste rode pompelmoes sap, ijs, en een beetje rijpe Mexicaanse soda, wat misschien niet ideaal is voor het aquarium, maar het heeft op een warme zomeravond bepaalde voordelen voor de aquariaan.

De theorie achter Ethanol toevoegingen bij aquaria

Een Duits blad publiceerde recentelijk een artikel waarin gesuggereerd en aanbevolen werd om ethanol (als wodka) aan aquaria toe te voegen als koolstof bron voor heterotrofe bacteriële bacteriën om zodoende de denitrificatie snelheid en bacteriële biomassa productie (Mrutzek en Kokott 2004) op te voeren. Bovendien claimden ze dat toevoegingen snelle afname van stikstof en fosfor, geproduceerd door vissen, lagere dieren, en algen metabolisme, veroorzaken (ironisch, omdat veel lagere dieren en algen in aquaria opruimers, en geen bronnen zijn voor stikstof en fosfor).

Daar tegenover, zijn de bacteriën een voedselbron voor koralen en andere filterfeeders.

De methode wordt vooral aanbevolen bij aquaria met een grote eiwitafschuimer (en waarschijnlijk zwevend materiaal tekort komen) en zonder zand bedden. Aquaria met zandbedden of andere op bodem gebaseerde systemen, zeggen zij, reageren ongebruikelijk en kunnen verkeerd reageren op ethanol toevoegingen.

“Experimenten” werden gedaan (en ik gebruik de term experiment tussen aanhalingstekens om aan te geven dat de nogal ongecontroleerde, niet herhaalde, statistisch onbetrouwbaar van het type van “laten we het toevoegen en kijken

wat er gebeurt, en geeft resultaten die aantonen dat mijn aquarium er nooit beter uitzag” het type probeersels zijn die vaak gevonden worden in aquarium literatuur.

De resultaten laten gedurende ongeveer een maand een steile afname zien van stikstof- en fosfor gehalten met toenemende wodka doseringen. Het aantal eenheden voor de experimentele procedure is één (n=1), bestaande uit één enkel persoon zijn thuis aquarium. Er waren geen controles in de experimenten (bv. een identiek aquarium waar geen wodka aan werd toegevoegd om te kijken of er echt resultaten waren van de behandeling).

In feite, het test aquarium ontving een toenemende hoeveelheid wodka gedurende de behandeling, wat een dosering effect onmogelijk te onderscheiden maakte. Extra ondersteuning voor het “experiment” werd vergaard door willekeurige herhalingen bij volledig andere probeersels onder nog minder gecontroleerde condities; dit betekende dat andere aquarianen begonnen met het toevoegen van wodka en vergelijkbare “resultaten” claimden.

Resultaten van dit werk laten ook een aantal andere effecten zien. Een grote “bloei” die het test aquarium vertroebelde kwam voor, een gebeurtenis die de hele aquarium inhoud kan, en ook vaak doet, uitroeien.

Er werd aangenomen dat de bloei bacterieel was, maar er werd niet vermeld of en hoe bepaald werd of de troebeling in de aquaria bacterieel was. Vooruitlopend op wat ik verder zal uitleggen, kan het ook eenvoudig carbonaat neerslag zijn op gang gebracht door extra koolstof toevoeging en mogelijk microbiologische invloeden.

Als er met veel geluk niets is doodgegaan in het aquarium, het aquarium weer helder is en dan beweren de auteurs letterlijk dat “het aquariumwater nooit helderder geweest is, de koraalpoliep expansie was beter, en de koraal kleuring was meer intens”. Waar heb ik dit eerder gehoord? De waargenomen afname van nitraat en fosfaat is een interessant effect, maar dat zal ik later meer gedetailleerd bespreken.

Kritiek op de methode en discussie

Zonder nu al de biologische aspecten achter dit concept te bespreken, voel ik de behoefte om een paar andere zaken in dit artikel te bespreken. Er zijn een aantal uitspraken en aannames gedaan door de auteurs die niet onderbouwd, niet feitelijk, of twijfelachtig zijn.

De auteurs zeggen in hun verklaring van op ethanol gebaseerde afnames, dat toenemende hoeveelheden nitraat, afnemende koraal groei veroorzaken, maar er zijn tegenstrijdige studies over dit onderwerp.

Er zijn veel onderzoeken die afnemende koraal groei laten zien bij toenemende concentraties van stikstof (als ammonia of nitraat), zowel als die toenemende koraalgroei met toenemende stikstof concentraties (als ammonia of nitraat) laten zien of totaal geen significante effecten.

De uitgebreide onderzoeken die over dit onderwerp gedaan zijn behandelen de effecten van toenemende stikstof op weefsel groei, lineaire groei, calcificatie snelheden, voortplanting, hechting snelheden, en andere aspecten van koraal biologie. Over het algemeen worden toenames van fosfaten in verband gebracht met verminderde koraal groei, alhoewel recent onderzoek hier ook mee in conflict is. ENCORE on-

derzoeken (Steven en Braodbent 1997) laten bijvoorbeeld een 29% toename zien in skelet biomassa met verhoogde fosfaat gehalten bij *Acropora palifera*. Zoals beweerd wordt in het artikel, "hebben verschillende veldstudies geen verschil in groeisnelheden gevonden ten gevolge van vermoedelijke verhoogde nutriënt concentraties en betwisten het dogma dat koralen slechts kunnen groeien in oligotropische condities als een over simplificatie van processen die de groei van deze organismen regelen." Recentelijk heeft de ontdekking van koralen die symbiotische extracellulaire bacteriën (Rohwer, et al. 2001,2002) en intracellulaire cyanobacteriën (Lesser, et al. 2004) huisvesten om een



bron van gereduceerd stikstof aan te bieden de nadruk gelegd op de gewoontelijke stikstof gelimiteerde groei van koralen in erg beperkte stikstof omgevingen zoals koraal riffen.

Verschillende groeivormen vertoond door één soort, *Acropora palifera*

De auteurs schrijven dat denitrificatie slechts in zuurstofarme omgevingen optreedt, en beweren verder dat zulke omgevingen slechts diep in het levend steen of in zand bedden voorkomen. Naar hun oordeel zullen aquaria zonder zand bedden niet genoeg denitrificatie capaciteit in de poriën van het levend steen hebben om de metabolische of door aquarianen veroorzaakte stikstof input in rif aquaria te verwerken. Ten eerste, zijn er zover ik weet, geen denitrificatie snelheden gemeten in aquarium sediment of substraten behalve die geleverd door Toonen (althoewel ze vaak in de natuur gemeten zijn, zoals hier onder beschreven). Dus de aanname is op zijn best speculatief. Ten tweede, de meeste aquarianen die levend zand bedden gebruiken zijn van mening dat top aerobe (zuurstof houdend) lagen boven op anaerobe lagen liggen waar denitrificatie plaats vind.

Echter, denitrificatie kan ook plaats vinden in zuurstof houdende gebieden, en sommige van de hoogste denitrificering snelheden zijn gemeten in de bovenste 1 cm van neerslag waar nitraat en zuurstof niveaus het hoogst zijn (Oren en Blackburn 1979). Denitrificatie zones kunnen van de bovenste millimeter tot 10-15 cm diep of meer voorkomen, zoals in het sediment in de buurt van de Bermuda Shelf. Desalniettemin, ontwikkelt zuurstof armoede zich gewoonlijk in de bovenste 1/2" tot 1" (5-10 mm) van het rif sediment, althoewel deze diepte varieert met de korrelgrootte, levende organismen, water beweging, fysieke substraat beweging, dynamische plaatselijke verrijking met organisch materiaal en samenstelling van het substraat. Gebieden zonder leven-

de organismen zullen anaeroob worden binnen millimeters van het modder (carbonaat) oppervlak van ondiep water sedimenten (Matson, 1985).

Bovendien, is er aangetoond dat denitrificatie een stikstof gelimiteerd proces is en geen koolstof gelimiteerd proces, alhoewel koolstof limitatie centraal staat in de aannames bij de wodka toevoeging behandeling. Zonder twijfel, is het denitrificatie proces microbiologisch gestuurd, maar helaas is er weinig of geen bewijs dat deze microbiologische populaties in aquaria koolstof gelimiteerd zijn. In feite, in de aanwezigheid van voldoende licht en een aquarium vol met koralen, samen met KH toevoeging, kalkwater toevoeging en normale gas uitwisseling, zou koolstof in overvloed aanwezig moeten zijn. Er zijn onderzoeken die de koolstof limitatie bij hetero trofische bacteriën in marine bacterie-plankton ondersteunen (Kirchman, et al. 2000), maar dezelfde onderzoeken, samen met anderen, wijzen ook ijzer, fosfaat, of nitraat limitatie in hetzelfde water onder verschillende omstandigheden als oorzaak aan. Welke condities in een bepaald aquarium heersen, bij welke bacteriën kan er een "bloei" verwacht worden, en hoe het systeem reageert, is verre van zeker. Dus, denitrificatie komt waarschijnlijk niet alleen maar voor in vooral anaerobe omstandigheden, maar is nauw verbonden met nitrificatie en komt vooral voor bij het aerobe/anaerobe oppervlak. In anaerobe sedimenten, lijkt sulfaat reductie de primaire route, althoewel ook sulfaat reducerende bacteriën gevonden worden in aerobe omstandigheden. (Dilling en Cypioka 1990; Ramsing, et al. 1993; Teske, et al. 1998; Minz, et al. 1999b; Minz, et al. 1999a; Fournier, et al. 2002; Schramm, et al. 1999; Sigalevich, et al. 2000). Sulfaat reduceerders komen vooral voor in voedingsrijke lagune sedimenten, en ze worden ook in verband gebracht met cyanobacteriële matten in de ondiepe riffen (Kinsey 1985). Het eindproduct van hun ontbinding is koolstof dioxide, dat aanzienlijk kan bijdragen aan het CO₂ gehalte van het water.

Vanwege de hydrodynamica rond oppervlaktes, kunnen microbiologische levensvormen dynamica, en andere biotische en abiotische invloeden, zuurstof/zuurstofarme zones werkelijk overal in een aquarium gevonden worden. Denitrificatie is gezien op het oppervlak van detritus deeltjes, op het oppervlak van koralen, en op het oppervlak van zandkorrels die gevonden worden in zuurstof rijke omgevingen. Daarom kan denitrificatie en zelfs sulfaat reductie gezien worden als een microaerophil proces dat niet afhangt van zuurstof gebrek om plaats te vinden.

Een microbiotoot aangepast aan het zuurstofarme gebied onder de RPD (Redox Potential Discontinuity) omgeving kan organisch materiaal ontleden door fermentatie, waar sommige organische materialen worden gebruikt als waterstof acceptoren voor de oxidatie van andere componenten, eindproducten als vetzuren en opgeloste sulfaten vormend. Nitraten, carbonaten en water kunnen door verschillende bacteriën gebruikt worden als waterstof acceptoren, componenten als H₂S, NH₃, CH₄, enz. vormend. Deze worden normaal gesproken niet gezien of voorgesteld als stoffen die gewenst zijn in gesloten omgevingen, toch gedijen de typische flora en fauna in een op levend steen gebaseerd systeem door juist deze componenten.

Bovendien zijn planten in staat denitrificatie paden te gebruiken, en aquaria bevatten grote aantallen hiervan; macroalgen en fotosynthetische eencellige organismen, endolitische schimmels, bacteriën, kalkalgen, en veel gegeten turf soorten behoren tot deze aanwezige functionele biotische componenten, maar die meestal grotendeels onzichtbaar blijven of niet meegenomen worden in zulke beschouwingen over de stikstof dynamica in aquaria, en geen van allen zijn een vereiste voor de aanwezigheid van een zandbed.

Bij sponzen is aangetoond dat ze ook in staat zijn om te denitrificeren, door hun associatie met endosymbiotische algen. Korallen zijn bedekt met een grote microbiologische oppervlakte gemeenschap die vele alpha-en gamma proteobacteriën bevatten die bekend zijn als denitrificeerders. In feite, is er nu bekend dat er gedurende de nacht zuurstoftekort bestaat in het koraalweefsel, en studies zijn gaande om te bepalen hoe korallen in staat zijn om deze omstandigheden te overleven (Kulhanek, et al. 2004).

Uiteindelijk, zijn de individuele denitrificatie snelheden in aquaria waarschijnlijk grotendeels afhankelijk van een oneindige hoeveelheid factoren. Als, en waarom, denitrificatie of fosfaat accumulatie optreedt in afzonderlijke aquaria is waarschijnlijk net zo gevarieerd, en afgaande op het aantal relatief onervaren aquarium houders in dit land die onmeetbaar lage nitraat en fosfaat niveaus rapporteren, is het probleem misschien niet zo wijdverspreid of onoverkoombaar zoals gesuggereerd wordt door de auteurs.

Bijna aan het einde van het resultaat gedeelte van dit artikel, en verdergaand met de discussie, is er bijna geen zin die als juist gezien kan worden.

Ik zou iedereen willen aanraden die genegen zijn dit hele artikel te lezen het discussie gedeelte volledig over te slaan. Bijna iedere bewering over afbraak nutriënt processen, en microbiologische ecologie is een slag in de lucht en in vele gevallen gewoonweg fout.

Dit is jammer, omdat als de auteurs een betere grip hadden op de processen die plaats vinden, adequaat werk gedaan hadden om hun speculaties te bevestigen, en zich toegewijd gefocust hadden op een goed experimenteel protocol, de effecten opgeschreven hadden van slecht onderhouden aquaria die hoge stikstof en fosfor niveaus hebben (die moet ik toegeven vaak genoeg voorkomen) en hun reactie op koolstof toevoegingen zou dit kunnen leiden tot waardevolle

Geleerde lessen: De laatste jaren

Er zijn twee belangrijke pijlers voor succes met rif aquaria: Quarantaine en geduld. Einde.

(Maar lezen, licht, voedsel, stroming kunnen ook geen kwaad).

ontwikkelingen (alhoewel ik twijfel of een doseerschema voor wodka voor alle rif aquaria met zulke problemen mogelijk zal zijn).

“Natuurlijk, als men tegenstrijdige waarnemingen negeert, kan men een elegante of robuuste theorie claimen. Maar het is geen wetenschap” Halton Arp, 1991, Science News, juli 27.

Enkele onderzoeken over het onderwerp

“Er is iets fascinerends in de wetenschap. Men krijgt een

overvloed aan vermoedens uit een futiele plaatsing van feiten” - Mark Twain (1835-1910)

De hoeveelheden bacteriële leefgemeenschappen die aanwezig zijn in sedimenten hangt grotendeels af van de deeltjesgrootte (Ruble 1982, Ransom, et al. 1999). Ze zijn het hoogst in zeer fijn zand het hele jaar door en in erg grof zand gedurende de winter (Johnstone 1990, Matson 1985).

Sedimenten worden over het algemeen geoxideerd in de winter, en gereduceerd in de zomer omdat hogere temperaturen hogere anaerobe activiteiten stimuleren.

Grof zand heeft hogere fotosynthese snelheden van algen in het sediment, en bij de totale ademhaling van het biotoop. (Johnstone 1990). Zelfs grof zand sediment heeft een anoxische catabolisme snelheid die vergelijkbaar is met de zuurstof reductie (Matson 1985).

Bacteriële gemeenschappen in sedimenten, zoals hierboven genoemd, kunnen ook nutriënt gelimiteerd zijn (Hansen 1987) in fosfor of nitraat; in andere woorden, ze zijn zo effectief dat ze theoretisch meer organisch materiaal kunnen omzetten dan de hoeveelheden waaraan ze blootgesteld worden.

Anoxische ontleding, via reductie, is de meest complete regeneratie methode om van een overmaat nutriënten af te komen, en zou verantwoordelijk kunnen zijn voor de ontleding van al het achtergebleven organische materiaal in de lagune (Matson 1985). Het zelfde is gevonden bij zeegras gebieden en mangroven, en ik heb nooit een zandbed in een aquarium gezien dat zo vuil en organisch verrijkt was als sommige van deze leefgebieden die stinken naar waterstof sulfide (en toch een enorme variëteit aan filter feeders, lagere dieren, sponzen en zelfs korallen huisvesten).

De sedimenten die het koraal rif omringen en ernaast liggen kunnen nogal verrijkt zijn met organisch materiaal, vooral in kleine gebieden, en spelen een integrale rol in de denitrificatie en nutriënt afbraak.

De hoogste denitrificatie snelheden op en rond het rif worden gevonden in dode koraal stukken (dit is het equivalent van levend steen voor aquarianen), *Thalassia* zeegrasbedden en lagune sedimenten (Seitzinger en D’Elia 1984).

Het feit dat dode koraalstukken zulke hoge denitrificatie snelheden laten zien lijkt in tegenspraak met de opmerking dat levend steen een ineffectief substraat is zoals geponeerd in bovengenoemd artikel.

Het is echter denkbaar en misschien waarschijnlijk dat de biomassa per volume water in aquaria groter is dan de capaciteit van levend steen om organische en anorganische stoffen om te zetten, maar deze extra belasting wordt door aquarianen eenvoudig gehaald door een zandbed te gebruiken zoals bewezen wordt door de extreem lage nutriënt niveaus die over lange periodes in de waterkolom gevonden worden. Ik ben redelijk zeker dat er geen onderzoek gedaan is om betrouwbare metingen van organische verrijking als een gemiddelde waarde bij zeewater aquaria, maar observaties zouden suggereren dat ze behoorlijk verrijkt zijn in vergelijking tot een equivalent zandbed rond koraal riffen, en misschien gelijkwaardig met offshore *Thalassia* velden (maar minder verrijkt dan nabij de kust gelegen habitats). Ook als deze schatting bij benadering waarschijnlijk is dan zouden de zandbedden in aquaria maximaal werken in termen van microbiologisch functioneren. Het werk van Toonen (zie hierboven) lijkt deze aanname ook te ondersteunen.



Thalassia in zandbed

De omzetting van organisch materiaal, alhoewel afhankelijk van anaerobische processen kan aanzienlijk zijn. Organische detritus (meestal algen afval en koraal mucus) wordt vooral ontbonden door microbiologische werking. Bij een experiment waar *Zostera detritus* en levende planten werd gebruikt, was meer dan de helft van de oxidatie en reductie van organisch materiaal toe te schrijven aan de sulfaat en nitraat reducerende bacteriën (Jorgenson en Fenchel 1974).

Tot 80 % van de opgeloste organische stoffen (DOC) worden doorgelaten en worden geabsorbeerd door de lagune leefgemeenschap, en het merendeel van de vaste stof organische verbindingen (POC) slaan neer op het lagune sediment (Ogden 1988). Zanderige lagunes zijn verantwoordelijk voor meer dan 70% van de stikstof fixatie op het rif (Shasar 1994). Een kleine afnemende zuurstof stroom lijkt op zijn hoogst gedeeltelijk verantwoordelijk voor zuurstofgebrek in het sediment (Matson 1985). De eindproducten van anaerobe afbraak worden bij het sedimentoppervlak teruggevoerd, waar zij voedsel zijn voor diverse betrokken microflora, nogmaals, als primaire levensbehoefte.

Wat is het lot van nitraten? Er zijn er velen, maar één van de belangrijkste is assimilatie door algen en bacteriën, en dissimilatie door bacteriën (besproken door Herbert, 1999); zie ook de online bespreking door Lomstein en zijn collegiale referenties). De bovenste zuurstofhoudende laag met bacteriën oxideren organische stoffen naar CO_2 dat door algen of koralen gebruikt kan worden voor calcificatie en/of ademhaling (Skyring 1985). De anaerobe fermenteerders en dinitrificeerders oxideren organische stoffen naar CO_2 en zetten nitraat om tot ammoniak en stikstofgas (N_2). Modder van de aarde en riviermondingen heeft een hogere graad van

nitraat afbraak door dissimilatie terug naar ammoniak (en niet naar stikstof gas), zodoende wordt stikstof behouden voor het systeem ten behoeve van fotosynthetiserende organismen in het sediment (Kim, et al. 1997 en zie ook collegiale referenties). Dit wordt ook steeds meer geaccepteerd als de primaire cyclus voor marine sedimenten. Bij de reductie van nitraat naar stikstof gas, wordt stikstof eenvoudig uit het systeem verwijderd door uitstoot in de atmosfeer. In de meeste anaerobe sedimenten is er een lage pH, en daarom kunnen koolstof dioxide (CO_2) en organische zuren die gemaakt worden door de N_2 gemeenschap dan gebruikt worden voor sulfide reductie en methanogenese als er zuivere anaerobe omstandigheden bestaan. In hoeverre er anaerobe omstandigheden bestaan in aquaria is niet bekend, en zelfs in diep zand bedden kunnen er beperkte anaerobe omstandigheden zijn binnen de met water gevulde poriën. Deze sulfide en methanogenese groepen leven bij een redox niveau van -450mV , dat waarschijnlijk in aquaria voorkomt. In het algemeen geven redox niveaus onder de -200mV aan dat er nuttige reductie processen plaats vinden.

Bodem sedimenten en hun bijbehorende flora en fauna zijn een van de belangrijkste manieren om organisch rif materiaal te recyclen (Sorokin 1981). Het koraal rif en omliggende leefgemeenschappen zijn erg effectief in het absorberen van voedingstoffen en ze te recyclen binnen de leefgemeenschap, zodoende voorkomend dat er energie bronnen verloren gaan naar de oceaan, en daardoor het enorme complexe verband van soorten te laten bestaan (Crossland en Barnes 1983). Ze zijn in grote mate afhankelijk van elkaar. Kinsey (1985) zegt dat, "overall productie en calcificatie op koraal



Rhinoclavis vertagus

riffen zijn, niettemin, duidelijk bepaald door bentische processen” Vanuit de voorgaande informatie, zou het duidelijk moeten zijn dat een effectief sediment, wat betreft ontleding en denitrificering capaciteit grotendeels bestaat uit organisch materiaal dat overvloedig microbiologische populaties ondersteunt. Echter, zulke rijke op de zeebodem levende stoffen ondersteunen ook gemeenschappen van meiofauna, macrofauna en flora. Vooral van bezonken afval levende macrofauna of lagunale systemen behoren de zoekkommers, gastropoden (tellina sp., Rhinoclavus sp., Strombus sp., etc.), tweekleppigen, zeeegels en bepaalde vissen zoals de tommyvis (*Limnichthys* sp.) en de gobies (*Amblyeleotris* sp.) (Ogden 1988).

Een dier in het bijzonder, waarvan herhaaldelijk gezien is dat het de productiviteit van lagune sedimenten dramatisch te beïnvloed is de thalassinid garnaal (*Callinassa* sp.). Deze garnaal, die een hol maakt in het zand en kleine wallen van substraat maakt rond het hol, is zowel productief als efficiënt. Thalassinids zijn erg effectieve substraat zeverers, en ze verminderen de micro- en meiofauna bevolking significant. “(*Callinassa*) hebben een grote rol in het herstructureren en functioneren van lagere trofische groepen in lagune sedimenten” (Hansen, et. al. 1987, Johnstone 1990). De meiofauna consumenten zoals protozonen, ciliaten, nematoden, copepoden, tubellarianen, polycheaten en anneliden zoeken ook in het sediment naar detritus, restanten van algen, en kunnen zelfs rechtstreeks van bacteriën leven. Vele macroalgen die wedijveren om de rijke organische inhoud van lagune sedimenten kunnen aanwezig zijn. De meest geslaagden zijn leden van de genera *Microdictyon* en *Caulerpa*. *Caulerpa*'s kunnen via hun rhizoiden behoorlijk ammoniak opnemen dat gemaakt wordt door microbiologische werking (Williams 1985). Microbiologische sediment populaties bevatten virussen, bacteriën, schimmels, actinomyceten, gist, en eencellige algen.

Over het algemeen, beïnvloeden biologische bewegingen en competitie de microbiologische populatie negatief. Daarom wordt de totale effectiviteit van sedimenten in nutriënt regeneratie iets gereduceerd in de aanwezigheid van andere biotopen dan die alleen aanwezig zouden zijn door de werking van microben alleen. Het is interessant dat vele voorstanders van “levend zand bedden” toch het gebruik van “substraat zevende” organismen zoals zoekkommers, gobies (*Valenciana* sp.) en andere holen makende dieren aanbevelen. Deze biologische bewegingen mengt de bovenste lagen van het zand en verwijdert in feite organisch materiaal. Echter, ze verwijderen ook substraat voor microben, veranderen de zuurstof verhouding van het zand, en veranderen overgebleven bacteriële populaties. Het zand schoon houden moet

niet als prioriteit gezien worden gegeven de enorme mogelijkheden van de microben en aanverwante organismen. “De meest opwindende zin die je in de wetenschap kunt horen, degene die nieuwe ontdekkingen aankondigt, is niet “Eureka” (ik heb het gevonden!) maar dat is grappig...” - Isaac Asimov (1920-1992).

Geleerde lessen: Gisteren

Dunne strookjes Duct tape werken redelijke goed om koraal stekjes aan substraat te bevestigen als andere middelen falen.

Alles opsommend

“Technologie is de truc om de wereld zo te organiseren dat we het niet als zodanig zien”- Frisch, Max (1911-) geb. Zwitserland.

Ik was recentelijk aan de praat met een bekende aquariaan die me probeerde te overtuigen van het nut om fosfaat verwijderende stoffen en apparaten te gebruiken om een echt succesvol zeeaquarium te hebben. Zijn argumenten waren wel overdacht – lage fosfaat gehaltes schijnen echt een belangrijk aspect te zijn voor een succesvol aquarium. Maar, legde ik uit, ik heb geen fosfaat probleem, en heb het gedurende vele jaren ook niet gehad. Hij suggereerde dat het moest komen omdat ik niet veel voerde, of dat ik weinig vissen had, of dat ik veel water ververste. Nee, nee en nee. Misschien dat ik niet zoveel vis had in vergelijking met andere mensen? Inderdaad, ik vind dat als vissen in gevangenschap niet in een redelijke afspiegeling van hun natuurlijke omgeving kunnen leven dat ze in staat stelt hun natuurlijk gedrag te laten zien, houd ik ze liever niet (alhoewel ik moet toegeven dat ik voor diverse redenen best een aantal vissen heb die in deze onnatuurlijk categorie passen. Maar zelfs diegene die ik zelf gekozen heb om te kopen zijn oud en uit mijn meer uitbundige dagen en zij zullen bij mij blijven tot het einde van hun leven). Ook vind ik aquaria van links naar rechts volgepakt met vis niet erg aantrekkelijk of wenselijk. Maar, ik denk dat 20 vissen in mijn aquarium voldoende is, en veel meer dat wat gevonden kan worden in een equivalent gebied op het rif. Er waren vragen over mijn nutriënt verwijderende apparaten. Schijnbaar was mijn eiwitafschiuimer ook wat aan de kleine kant. Hoe kon ik zulke lage nutriënt gehaltes hebben?

Wel, gedurende jaren, en ondanks goede koraal groei, had ik niet zulke lage nutriënt gehaltes, en vond ik regelmatig 5-10 ppm nitraat, en fosfaat rond de 0.1 ppm, zoals in die tijd gemeten met hobby test setjes. Dat was in de tijd dat ik een “Berlijn systeem” gebruikte. Mijn nutriënt gehalte ging terug naar niet meetbare waardes toen ik een zand bed toevoegde, en ze zijn sindsdien zo gebleven.

Ik zou een paar suggesties willen aanbieden aan diegenen die door bepaalde zaken geplaagd worden:

1. Als het aquarium bijna niet meetbare nutriënt gehaltes heeft, en weinig vaste deeltjes in het water heeft, ga meer voeren.
2. Bacterieplankton in aquaria als een natuurlijke bron is misschien niet het ideale onderwerp om aan te pakken. Er komen heel veel bacteriën in het water iedere keer als de ruit wordt schoongemaakt, iedere keer als een

zeester of vis of slak over het zand beweegt, iedere keer als een vis poept of door het water zwemt mucus van hun huid achterlatend, als koralen mucus afscheiden, als organismen in substraat boren en waarschijnlijk kort en vluchtig opleven met voedsel toevoegingen. Daar bovenop hebben koralen enorme microbiologische bevolkingen op hun oppervlak en in hun mond openingen, en een met trilhaartjes bedekte oppervlakte. Moet ik nog meer zeggen?

3. Zand bedden zijn geen nutriënt ophopingen tenzij erg slecht onderhouden, waar in dat geval de aquariaan het probleem is en niet het zand. Als ze niet goed onderhouden en een chronisch probleem zijn, roep dan eenvoudigweg “overdoen” en los het probleem op en herhaal niet het foute gedrag dat in de eerste plaats het probleem veroorzaakte. De sediment leefgemeenschappen en aanverwante microbiologische leefgemeenschappen zijn de hoofd bron van nutriënt verwerking, ontleding, recycling en hermineralisering in de natuur, en waarschijnlijk ook in aquaria.
4. Als een aquarium hoge nutriënt waarden heeft in de waterkolom, lost een slang, een emmer water en een zak zout het op. Het is goedkoop en werkt altijd. Er is geen discussie over de werkzaamheid of de bijeffecten van effectiviteit. Er is geen regelmatig onderhoud nodig, geen vervanging van media, en geen geëxperimenteer nodig. Aangesloten met twee containers, een kleine powerhead, nog wat meer slang en een timer, kan het geautomatiseerde water wissel apparaat voor ongeveer \$ 20-50 gemaakt worden, afhankelijk van de grootte van de containers. Verdere waterverversingen zullen exact zoveel kosten als het zout en het water om de vul container te vullen. Geen zorgen over ziekten, zaaduitbarstingen, laag zuurstofgehalte, media vervanging, bleken, of wat ook meer. Gedurende de 15 jaar sinds ik begon met aquarium houden, heeft de weerstand van de meeste aquarianen om water te verversen, maar wel de bereidheid om extreem veel en vaak frustrerende hoeveelheden tijd, geld en moeite te investeren in producten, technieken en apparatuur om een simpele procedure te vermijden me verbaasd. Als je niet de tijd hebt of het niet nodig vindt om zeewater aan te maken en een waterwissel te doen, is het waarschijnlijk niet nodig om het houden van zeedieren als hobby te hebben.
5. Nutriënten in aquaria zijn niet alleen een zaak van input en export. Opname is significant. Calcium, waarden normaal 400-450 ppm, wordt zo snel opgenomen in mijn aquarium dat ik iedere twee dagen calcium moet aanvullen, en ik probeer het zelfs dagelijks te doen. Hetzelfde geldt voor alkaliniteit. Bijna ieder organisme dat in aquaria gehouden wordt, en zeker het leeuwendeel in termen van biomassa, kan of direct opgelost en vast materiaal opnemen, of direct of indirect betrokken zijn bij ontleding routes. Als mijn koraal algen, slakken, koralen en schelpdieren voldoende skelet materiaal kunnen maken om 30 ppm calcium per dag uit mijn aquarium te verwijderen, hoop ik dat zij en andere niet

calcificerende organismen voldoende in mijn aquarium groeien of reproduceren om onmeetbare hoeveelheden stikstof en fosfor op te nemen en voor weefselgroei te gebruiken. Als ze het niet doen, ben ik slecht in het laten groeien van dingen.

Planten hebben regelmatig mest nodig om te groeien. Op het land levende beesten hebben voedsel nodig om te groeien. Waarom, zouden we denken dat het zelfde niet geldt voor aquaria volgepakt met levende dieren? Als ik een bepaalde hoeveelheid voedsel in mijn aquarium doe, en er is duidelijk, na een tijdje of zelfs uren, geen voedsel over in het water, dan blijft er niets over dan secundaire productie; afval en uitgestoten materiaal zijn alles wat er overblijft om de enorme hoeveelheid wezens in het aquarium te voeden die niet in staat waren om direct iets te vangen, en dat is niet veel. Maar het werkt, net als op het rif. Het recyclen van nutriënten gegeven de diversiteit in de rif aquaria is exact hetzelfde als bij koraalriffen op het gebied van betrokken processen. Het is waar, er ontbreekt het verdunningseffect van de oceaan, maar koraalriffen hebben ook geen eiwitafschuimers. Verder, de verhoogde “bioload” van gebruikers wordt ook gevolgd door een verhoogde “bioload” van produceerder’s (koralen, algen, etc.). Hoewel onmeetbaar, zou het bijna een onmogelijke biologische situatie zijn om niet tevens een toegenomen “bioload” van microbiologische gemeenschappen te zien. Ik ben daarom zeer bezorgd dat ondanks alles, een van de belangrijkste limiteringen van mijn aquarium (en meeste aquaria) is hoe voldoende voer aan te bieden. Als ons dit lukt, dan kan het in leven houden van a-zoöxanthellen houdende soorten die we zo graag houden, mogelijk worden. Dit zijn de dingen die we ons moeten afvragen en problemen die we moeten oplossen.

Kunnen we meer voedsel toevoegen als we nitraten reduceren door wodka toe te voegen? Waarom wodka? Waarom geen suiker? En als suiker, waarom niet meer fotosynthetische organismen om het suiker te maken? En waarom niet meer koralen om polysacharide rijk mucus te maken? Zou het toevoegen van meer koralen nitraat verminderen? Werkelijk, ze zouden en doen het ook. Een lange tijd geleden, toen Steven Tyree het gebruik van sponzen voor natuurlijke filtratie promootte, suggereerde ik dat koralen hetzelfde doel zouden kunnen hebben. Koraal filtratie.... Nu dat past precies in mijn straatje!

“Alle werkelijk wijze gedachten zijn al duizend keer eerder gedacht; maar om ze ons echt eigen te maken, moeten we ze nogmaals eerlijk overdenken, tot ze landen in onze persoonlijke ervaring”- Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832).

Conclusie

“We kunnen “vertrouwen” definiëren als sterk geloven in iets waarvoor geen bewijs is... Als er geen bewijs is, spreekt niemand van “vertrouwen”. We spreken alleen van vertrouwen als we emotie willen vervangen voor bewijs” – Bertrand Russell, 1955.

Het is misschien verrassend te vernemen dat een groot gedeelte van de hierboven geschreven informatie komt van een artikel geschreven in 1998 door een paar gasten Eric Borneman en Jonathan Lowrie genaamd, en verscheen in het

juni nummer van *Freshwater and Marine Aquarium* tijdschrift. Als men naar de referenties kijkt, is veel van de informatie over koolstof, stikstof en fosfor cycli al goed bekend in de jaren 1970 en 1980, met veel directe onderzoeken op koraal rriffen. Nu, ik weet misschien niet alles, maar ik weet wel dat in de twintig jaar of zo dat we bezig zijn koralen te houden, het duidelijk is geworden dat de apparatuur die in de begin jaren zo belangrijk was om koralen alleen in leven te houden, zoals denitrificeerders, bioballen fosfaat verwijderaars, en anderen, niet langer nodig is. John Tullock (1997) verklaarde veelzeggend dat we “meer biologie en minder technologie” nodig hadden. Deze uitspraak is voor een groot gedeelte waarheid geworden, en samenvallend met betere technologie. Het resultaat is dat we nu aquaria hebben die eenvoudig op een onmeetbaar laag fosfaat en nitraat gehalte gehouden worden, onze koralen laten uitmuntende groei en kleuren zien tot het niveau waarop vele van ons aan het zoeken zijn naar bestemmingen voor de koralen die letterlijk het aquarium uit groeien. Het verwijderen van functionele natuurlijke processen en die vervangen door experimentele methoden en apparatuur lijkt mij een slecht idee. Het werkte niet goed in 80-er jaren, en ik denk dat het tegenwoordig ook niet zal werken.

Ik beschouw “over langere perioden” met betrekking tot aquaria in de orde grootte van jaren. De discussies zoals hierboven genoemd, hebben het laatste jaar plaats gevonden, en bekende voorstanders prijzen de relatieve voor- en nadelen op de een of andere manier huizenhoog aan. Naar mijn mening zal tijd en goed experimenteren en meten uiteindelijk opheldering geven. Voor mij, met een 6 inch diep zand bed gedurende acht jaar zonder meetbaar nitraat of fosfaat en geen regelmatige of geplande waterwissels zegt dat iets. Ik heb geweldige koraalgroei en prachtige kleuren. In feite, mijn aquarium heeft er nooit beter uitgezien. Ik houd de wodka voor mijzelf.

“Ik heb van duizenden nieuwe wegen gedroomd.... Ik werd wakker en ging op de oude weg verder” – chinees gezegde.

Referenties

- Adey WH. 1983. The microcosm: a new tool for reef research. *Coral Reefs* 1: 193-201
- Alongi DM. 1988. Detritus in coral reef ecosystems: fluxes and fates. *Proc 6th Int Coral Reef Symp, Townsville* 1: 29-36.
- Crossland CJ, and DJ Barnes. 1983. Dissolved nutrients and organic particulates in water flowing over coral reefs at Lizard Island. *Aust J Mar Freshw Res* 34: 835-44.
- D'Elia CF, and K. Webb. 1977. The dissolved nitrogen flux of reef corals. *Proc 3rd Int. Coral Reef Symp, Miami* 1: 325-30.
- Dilling W, and H Cypionka. 1990. Aerobic respiration in sulfate-reducing bacteria. *FEMS Microbiol Lett* 71:123-128.
- Fournier M, Z Dermoun, M-C Durand, and A. Dolla. 2002. A new function of the *Desulfovibrio vulgaris* Hildenborough [Fe] hydrogenase in the protection against oxidative stress *J Biol Chem* 279: 1787-1793.
- Herbert RA. 1999. Nitrogen cycling in coastal marine ecosystems. *FEMS Microbiol Rev* 23: 563-590.
- Jaubert J., 1989. An integrated nitrifying-denitrifying biological system capable of purifying seawater in a closed circuit aquarium. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco* 5: 101-106
- Jørgensen BB, and T Frenchel. 1974. The sulfur cycle of a marine sediment model system. *Mar Biol* 24: 189-204.
- Kim D-H, O Matsuda and T Yamamoto. 1997. Nitrification, denitrification and nitrate reduction rates in the sediment of Hiroshima Bay, Japan. *J Oceanogr* 53: 317-324.
- Kinsey DW. 1985. Metabolism, calcification and carbon production: systems level studies, Pt. I. *Proc. 5th Int. Coral Reef Symp, Tahiti* 4: 505-26.
- Kirchman DL, M Benedikt, MT Cottrell, DA Hutchins, D Weeks and KW Bruland. 2000. Carbon versus iron limitation of bacterial growth in the California upwelling regime. *Limnol Oceanogr* 45:1681-1688.
- Kulhanek E, D Zoccola, C Sabourault, E Tambutte, S Tambutte, D Allemand. 2004. Cnidarians: a biological model for the study of gene transcription during hypoxia. *Proc 10th Int Coral Reef Symp, Okinawa Abs*: 323.
- Lesser MP, CH Mazel, MY Gorbunov, and PG Falkowski. 2004. Discovery of symbiotic nitrogen-fixing cyanobacteria in corals. *Science* 305: 997-1000.
- Matson EA. 1985. Anoxic catabolism in the shallow carbonate muds of Bermuda. *Proc 5th Int. Coral Reef Symp, Tahiti* 3: 422-7.
- Minz D, JL Flax, SJ Green, G Muyzer, Y Cohen, M Wagner, BE Rittmann, and DA Stahl. 1999. Diversity of sulfate-reducing bacteria in oxic and anoxic regions of a microbial mat characterized by comparative analysis of dissimilatory sulfite reductase genes. *Appl Environ Microbiol* 65: 4666-4671.
- Minz D, S Fishbain, SJ Green, G Muyzer, Y Cohen, BE Rittmann, and D. A Stahl. 1999a. Unexpected population distribution in a microbial mat community: sulfate-reducing bacteria localized to the highly oxic chemocline in contrast to a eukaryotic preference for anoxia. *Appl Environ Microbiol* 65: 4659-4665.
- Mrutzek M, and J Kokott. 2004. Ethanolbiosierung im Aquarium - neue Wege zur Verbesserung der Lebensbedingungen. *Der Meerwasseraquarianer* 8: 60-71.
- Ogden JC. 1988. The influence of adjacent systems on the structure and function of coral reefs. *Proc. 6th Int. Coral Reef Symp, Townsville* 1: 123-9.
- Oren A, and T H Blackburn. 1979. Estimation of sediment denitrification rates at in situ nitrate concentrations. *Appl Env Microbiol* 37: 174-6.
- Ramsing N B, M Kühl, and BB Jørgensen. 1993. Distribution of sulfate-reducing bacteria, O₂, and H₂S in photosynthetic biofilms determined by oligonucleotide probes and microelectrodes. *Appl Environ Microbiol* 59:3840-3849.
- Ransom B, RH Bennett, R Baerwald, MH. Hulbert, and P-J Burkett. 1999. In situ conditions and interactions between microbes and minerals in fine-grained marine sediments: A TEM microfabric perspective. *Am Mineralog* 84: 183-192.
- Rohwer F, M Breitbart, J Java, N Knowlton, and F Azam. 2001. Microbial diversity of scleractinian corals. *Coral Reefs* 20: 85-95.
- Rohwer F, V Seguritan, F Azam, and N Knowlton. 2002. Scleractinian corals as microbial landscapes. *Mar Ecol Progr Ser* 243: 1-10.
- Rublee PA. 1982. Seasonal distribution of bacteria in salt marsh sediments in North Carolina. *Estuar Coast Shelf Sci* 15:67-74
- Schramm A, CM Santegoeds, HK Nielsen, H Ploug, M Wagner, M Pribyl, J Wanner, R Amann, and D de Beer. 1999. On the occurrence of anoxic microniches, denitrification, and sulfate reduction in aerated activated sludge. *Appl Environ Microbiol* 65: 4189-4196.
- Scoffin,VP, and AW Tudhope. 1985. Sedimentary environments of the central region of the Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 4: 81-93.
- Seitzinger SP, and CF D'Elia. 1983. Preliminary studies of denitrification on a coral reef. *The Ecology of Deep and Shallow Coral Reefs. NOAA Symp. Series for Undersea Res* 1: 199-208.
- Shasar N, Y Cohen, Y Loya, and N Sar. 1994. Nitrogen fixation (ace-

tylene reduction) in stony corals: evidence for coral-bacterial interactions. *Mar Ecol Prog Ser* 111: 259-264.

Sigalevich P, E Meshorer, Y Helman, and Y. Cohen. 2000. Transition from anaerobic to aerobic growth conditions for the sulfate-reducing bacterium *Desulfovibrio oxycloinae* results in flocculation. *Appl Environ Microbiol* 66: 5005-5012.

Skyring GW. 1985. Anaerobic microbial processes in coral reef sediments. *Proc 5th Int Coral Reef Symp, Tahiti* 3: 421-5.

Sorokin YI. 1981. Microheterotrophic organisms in marine ecosystems. In: *Analysis of Marine Ecosystems* (A.R. Longhurst, ed.). pp. 293-332.

Steven ADL, and AD Broadbent. 1997. Growth and metabolic res-

ponses of *Acropora palifera* to long-term nutrient enrichment. *Proc 8th Int Coral Reef Symp* 1: 867-872.

Teske A, NB Ramsing, K Habicht, M Fukui, J Küver, BB Jørgensen, and Y Cohen. 1998. Sulfate-reducing bacteria and their activities in cyanobacterial mats of Solar Lake (Sinai, Egypt) *Appl Environ Microbiol* 64: 2943-2951.

Wiebe WJ 1985. Nitrogen dynamics on coral reefs. *Proc. 5th Int. Coral Reef Symp, Tahiti* 3: 401-6.

Williams SL, IP Gill, and SM Yarish. 1985. Nitrogen cycling in back-reef sediments. *Proc 5th Int. Coral Reef Symp, Tahiti*. 3: 389-94.

<http://reefkeeping.com/issues/2004-10/eb/index.htm>



Thalassia testudinum in El Manglillo Beach, NE-Venezuela

