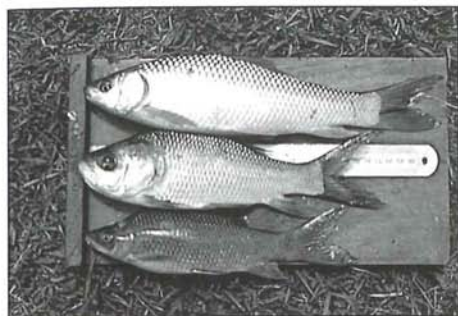


Vijverbeheer en periphyton

Marc Verdegem, lsg visteelt en visserij

Inleiding



Figuur 1: Indische karpers (van boven naar onder): rohu, catla en calbaush

Vijverteelt is belangrijk. Bijna 80% van de wereldvisproductie in de aquacultuur zijn karperachtigen, tilapia's en meervallen, soorten die bij uitstek geteeld worden in vijvers. Veruit de belangrijkste soorten zijn karperachtigen, waarvan de gewone karper (*Cyprinus carpio*) en de "Chinese" (grass carp, silver carp, bighead carp, enz.) en "Indische" (catla, rohu, enz.) karpers het meest worden geteeld. In brakwatervijvers is vooral de garnalenteelt belangrijk. Ook economisch is vijverteelt belangrijk. Bijvoorbeeld, de waarde van de garnalenteelt alleen is vele malen groter dan de waarde van de totale zalmindustrie.

In vijvers worden vooral herbivore of omnivore soorten geteeld. Echte carnivoren worden bij voorkeur gekweekt in doorstroomsystemen of kooien. Carnivore soorten hebben een hoge marktwaarde waardoor het economisch haalbaar is kostbare voeders toe te dienen. In vijvers eten herbi-

voren en omnivoren natuurlijk voedsel naast het eventuele toegediende voer, waardoor de productiekosten aanzienlijk lager liggen. Voorlopig is de massaproductie van vis voor de "gewone man" - met name in ontwikkelingslanden - vooral mogelijk dankzij de vijverteelt.

Op wereldschaal is de gemiddelde vijverproductie minder dan 1000 kg/ha/jaar. De "channel catfish" industrie in de Verenigde Staten haalt gemiddeld 3000 - 4000 kg/ha/jaar. Uitstekend beheerde tropische vijvers halen gemiddeld 10,000 - 12,000 kg/ha/jaar. Gedurende de laatste decennia was in de vijverteelt een geleidelijke toename in productiviteit merkbaar. Waar begin de jaren 80 producties van 10,000 kg/ha/jaar zeldzaam waren zijn nu producties van 20,000 - 25,000 kg/ha/jaar geen uitzondering meer.

Natuurlijk voedsel

Het is moeilijk natuurlijk voedsel in vijvers te definiëren. Het bestaat uit phyto-, zoö- en bacterioplankton, detritus in de waterkolom en op de bodem, periphyton en kleine invertebraten (insecten, insectenlarven, wormen, weekdieren). De gebruikte termen zijn niet eénudduidig. Detritus bijvoorbeeld is een mengeling van dood en levend materiaal, dit laatste bestaande uit schimmels, protozoa en bacteria. Het dode materiaal bestaat uit resten van gestorven planten of dieren en extracellulair materiaal geproduceerd door de schimmels, protozoa en bacteria. Afhankelijk van de soort, hun levensstadium en het totale voedselaanbod eten vissen of garnalen een mengeling van het in de vijver aanwezige natuurlijke voedsel.

Ook bij het toedienen van geformuleerde voeders blijft natuurlijk voedsel belangrijk. Op basis van stabiele isotopenonderzoek werd vastgesteld dat tilapia's en garnalen in normaal gevoederde vijvers meer dan 50% van hun groei realiseren op basis van het aanwezige natuurlijk voedsel. Anderzijds stelt men vast dat als de kwaliteit van het nutriëntenaanbod in vijvers toeneemt (plantenresten (mest (laag eiwitvoer (hoog eiwitvoer) ook de nutriënten-retentie verhoogt.

Ook al is in vijvers de nutriëntenretentie in vis of garnaal beter bij hoge eiwitvoerders, men gebruikt toch vooral lage eiwitvoerders omdat dit resulteert in een betere kosten-kanten balans. Waarschijnlijk zijn verdere kostenbesparingen mogelijk door het beter op elkaar afstellen van het aanbod aan natuurlijk en toegediend voedsel. Meer onderzoek is nodig naar de relatie tussen nutriëntenaanbod (kwalitatief en kwantitatief) en benutting/retentie (direct of indirect via natuurlijk voedsel) in vijvers.

Organisch materiaal in vijvers

In goed beheerde vijvers varieert de primaire productie tussen 4 – 8 g C/m²/dag. Stel dat een 1-ha vijver, gevoerd met een 30% eiwitvoeder, 3500 kg goed groeiende tilapia's herbergt en dat de primaire productie in de vijver 4 g C/m²/dag is. De zuurstofbehoefte voor het volledig afbreken van het primair geproduceerd organisch materiaal (uitgedrukt als chemische zuurstof behoefte (CZB)) is 104 kg O₂/ha/dag. De CZB om de afval afkomstig van het voer af te breken is 7 kg O₂/ha/dag. De CZB is een maat voor de hoeveelheid aanwezig organisch materiaal. Dit betekent dat de hoeveelheid organisch materiaal afkomstig van primaire productie in vijvers 15 keer (104 / 7) groter is dan de hoeveelheid organisch materiaal afkomstig van het voer. Wordt de vis- of garnalenbiomassa in de vijver kleiner, dan wordt het aandeel van primaire productie nog belangrijker.

Daarnaast sedimenteert er veel organisch materiaal in vijvers naar de bodem. Bronnen zijn niet geconsumeerd voer, mest (van vis/garnaal, zooplankton) en afgestorven plant- en dierresten. Het leeuwendeel van dit organische materiaal wordt snel afgebroken in de bodem. In nieuwe vijvers vindt men 1-3% organisch materiaal in de bodem, en dit stijgt tot 4-6% (= 7.5 – 10 kg/m² organisch materiaal in de bovenste 15 cm van de bodem) in meer dan 5 jaar oude vijvers.

Men kan dus stellen dat de totale hoeveelheid organisch materiaal in de waterkolom en bodem van een vijver zeer groot is. Slechts een klein deel daarvan wordt benut door de vissen of garnalen.

Grenzen aan productie: O₂-budget

Tijdens de fotosynthese komt zuurstof (O₂) vrij en worden ééncellige algen geproduceerd. Deze algen gebruiken zuurstof (= respireren) om in hun levensonderhoud te voorzien, en sterven na enkele uren tot dagen af, waarna ze worden afgebroken door protozoa en bacteriën waarbij nog meer O₂ wordt verbruikt. Praktisch kunnen we stellen dat met betrekking tot O₂, fotosynthese en respiratie in balans zijn en geen invloed hebben op de hoeveelheid beschikbare O₂ voor vis/garnalen productie.

Bijgevolg is in vijvers zonder waterverversing oppervlaktediffusie de enige bron van beschikbaar O₂. Maximaal kan een goed groeiend visbestand van maximaal 3,500 kg/ha in stand worden gehouden op basis van oppervlaktediffusie. Wil men meer vis produceren dan is waterverversing of beluchting noodzakelijk.

Productieverhoging in vijversystemen

Samenvattend kunnen we stellen dat vijverteelt niet efficiënt is. We weten weinig af van de voedingsecologie waardoor we meestal de vijver voeren, niet de vissen. Er zijn grote hoeveelheden organisch materiaal aanwezig in vijvers waarvan de benut-

ting minimaal is, en op basis van het zuurstofbudget kunnen we stellen dat de draagkracht van het systeem gelimiteerd is. Vanuit ecologisch standpunt is de beste manier om de productiviteit in vijvers verhogen het verbeteren van de benutting van de grote hoeveelheden aanwezig organisch materiaal. De uitdaging daarbij is dat tezelfdertijd ook de draagkracht van het systeem moet worden verhoogd.

Verhogen van draagkracht in vijvers

■ *Actieve reesuspensie*

De afbraak van organisch materiaal in vijvers kan men versnellen en zo sturen dat laagwaardig plantenresten en mest worden omgezet in hoogwaardig bacterieel eiwit. Deze techniek wordt toegepast in "actieve resuspentie" vijvers, met tilapia's of garnalen. Dit leidt tot een verbetering van de voederconversie en een verhoogde productiviteit. Daarnaast is het mogelijk dure hoge eiwitvoerders te vervangen door goedkope lage eiwitvoerders. Nadeel van deze techniek is dat niet alle soorten goed kunnen omgaan met hoge concentraties van zwevende deeltjes (suspended solids) in de waterkolom, en dat sommige vissoorten de bacteriën niet verteren (bijvoorbeeld karpers).

■ *Polycultuur*

Geen enkele vis- of garnaalsoort kan alle voedsel aanwezig in de vijver benutten. Soorten met complementaire voedingsniches worden daarom samen uitgezet in polycultuursystemen. Een bekend voorbeeld is de Chinese karperteelt waarbij karpers (*Cyprinus carpio*) en Chinese karpers samen worden uitgezet. Als natuurlijk voedsel eet de karpers vooral groot zoöplankton (Cladocera's) en macro-invertebraten (wormen, insecten). De macrovegetatie wordt gegeten door de graskarpers, de "silver carp" filtert unicellulaire algen

en de "bighead carp" eet algen welke kolonies vormen en klein zoöplankton. In de meeste gevallen leidt polycultuur tot een 30-50% verhoging van de productie.

■ *Periphyton*

De meeste vissoorten zijn niet in staat op een efficiënte wijze voedsel te filteren uit de waterkolom omdat hun filterapparaat (kieuwbogen) te grofmazig is. Dit geldt vooral in de tropen waar nanoplankton overheerst. Daarentegen zijn de meeste vissoorten en garnalen goed in staat een oppervlak te begrazen. Ondergedompelde oppervlakten in vijvers worden al heel snel gekoloniseerd door bacteriën, gevolgd door algen, protozoa, schimmels en zoöplankton. Deze gemeenschappen groeien als een mat over het substraat. In ondiep water is deze mat groen door de aanwezige algen. In diep water zijn geen algen aanwezig en is de mat meestal doorzichtig. Omdat we dergelijke matten kennen van het ondiepe water worden ze "periphyton" genoemd. Echter, zelfs bij groene matten maken de algen hoogstens 30 - 40% uit van de biomassa. Op droge stof basis bevat periphyton 15-45% eiwit waarbij een biomassa

Figuur 2: Periphytonmat op bamboepalen in Bangladesh



(as vrij droge stof) van 20-30 g/m² substraat aanwezig is. De productie van periphyton is het best bij een constante begrazingsdruk van 4 – 6% per dag. Het inbrengen van een substraattoepervlak van 1 m² per m² wateroppervlak kan leiden tot een extra periphyton productie van 4500 – 6000 kg/m²/jaar.

Periphyton, waterkwaliteit en gezondheid

Het inbrengen van periphytonmatten in vijvers is O₂-budget neutraal. Een goede vijver is gemiddeld 0.8 – 1.5 m diep en de algen produceren voldoende zuurstof voor alle organismen in de periphyton mat. In bemeste vijvers in Bangladesh werd de productie met gemiddeld 70% verhoogd in monocultuur (tilapia, rohu of catla) en 70-200% verhoogd in polycultuur vijvers (rohu, catla en calbaush) door het inbrengen van een substraattoepervlak gelijk aan het vijveroppervlak. De nutriëntenefficiëntie verdubbelde en de totale primaire productie was 70-80% hoger. Algen nemen ammonium op. Dankzij het periphyton nam de ammoniumconcentratie niet toe in periphyton vijvers met een aanzienlijk hogere visbiomassa dan vijvers zonder substraat. Bovendien leven er nitrificerende bacteriën in de mat. Het aandeel van algen en nitrificerders mbt de ammoniumopname of omzetting tot nitraat in periphyton vijvers is onderdeel van verder onderzoek bij de leerstoelgroep visteelt en visserij. In sommige experimenten stelde men een betere overleving vast in periphyton vijver dan in niet-periphyton vijvers, ook al was de visbiomassa veel hoger in de periphyton vijvers. Ook hier is meer onderzoek noodzakelijk. Een mogelijke verklaring is dat een belangrijk deel van de periphytonmat bestaat uit bacteriën. In de mat is de concentratie bacteriën 100 – 1000 keer groter dan in de waterkolom. Pathogenen zoals bvb. *Aeromonas hydrophila* zijn permanent in lage concentraties aanwezig in de mat. Daardoor zijn de teeltdieren continu blootgesteld aan

het pathogenen waardoor ze een betere immuniteit ontwikkelen. Periphytonmatten kunnen misschien ook gebruikt worden voor het toedienen van vaccins. Bacteriële biofilms liggen ingebed in een glycalyx matrix welke resistent is tegen uitdrogen, chemische behandeling of antibioticum. Deze glycalyx matrix is ook moeilijk verteerbaar. Bij het toedienen van orale vaccins is de afbraak van het vaccin voordat het wordt opgenomen in de darm een groot probleem. Wordt het vaccin toegediend ingebed in een glycalyx matrix dan wordt de afbraak van het vaccin vertraagd, en stelt men een verhoogde activiteit van het vaccin vast in darm, nieren en milt.

Commerciële toepassing van periphyton

In India en Bangladesh gooien kleinschalige vistelers takken en twijgen in hun vijvers om enerzijds diefstal te voorkomen (het is dan moeilijker om met een zegen of werpnet vissen te stelen) en anderzijds de productie te verhogen. Volgens de boeren stijgt de productie gemiddeld met 30% als gevolg van de takken of twijgen. Enkele grote commerciële bedrijven in Bangladesh hebben momenteel proeven lopen met substraat voor periphytonontwikkeling. Speciale matten voor periphytonontwikkeling zijn te koop (www.aquamats.com). Echter deze matten zijn vrij duur (60-70 US\$ voor een 3-4 m² mat) en vinden vooral hun toepassing bij de productie van pootvis of postlarven.



Figuur 3: Voorbeeld van aquamat in vijver.