

# Vijverteeltonderzoek in Wageningen (deel 1)

Door M.C.J. Verdegem & R. Bosma, Leerstoelgroep Aquacultuur en Visserij, Wageningen Universiteit

**In het vorige nummer werd een korte inleiding gegeven op het systeemwerk in Wageningen. Vijveronderzoek vormt daar een belangrijk onderdeel van. In dit artikel wordt de achtergrond geschetst waartegen het vijveronderzoek in Wageningen plaatsvindt. Specifieke onderzoeksprojecten komen later in een reeks vervolgartikelen aan bod.**

## *Geschiedenis*

Vijverteelt is, naast schelpdierteelt, één van de oudste vormen van aquacultuur. Al rond 500 voor Christus schreef een Chinese politicus-kweker het boek *The Classic of Fish Culture* met duidelijke verwijzingen naar vijverteelt. Tweeduizend jaar later beschrijft Hue in *A Complete Book of Agriculture* (1639 na Christus) de mogelijkheid pootvisjes te vangen in rivieren of meren, en deze uit te zetten in vijvers. Toen al werd aandacht besteed aan soort- en geslachtkeuze, bezettingsdichtheid en bemestingstechnieken. In dezelfde periode experimenteerden monniken in centraal Europa met karperteelt in vijvers. Daarnaast werd polycultuur met lokale karpersoorten al vanaf de 11de eeuw na Christus beoefend in het oostelijk deel van het Indische subcontinent. Aangenomen wordt dat deze ontwikkelingen onafhankelijk van elkaar plaats vonden.

De mondiale productie in 2003 van de belangrijkste gekweekte vis- en garnaal-

soorten wordt gegeven in Tabel 1. Op de lijst staan 21 soorten, samen goed voor een productie van 23 miljoen ton op jaarbasis. Van de belangrijkste gekweekte soorten vis en garnaal worden alleen Atlantische zalm (1.1 miljoen ton) en regenboogforel (0.5 miljoen ton) niet hoofdzakelijk in vijvers gekweekt, maar in kooien in open water of doorstroombakken. In feite kunnen we stellen dat teelt van vis en garnalen vooral plaats vindt in vijvers, ook al wint de teelt in kooien het laatste decennium snel aan belang.

Traditioneel worden er meestal verschillende soorten samen uitgezet in vijvers, om beter gebruik te kunnen maken van het aanwezige voedsel (Figuur 1). In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste soorten gebruikt voor polycultuur in Azië.

## *Hoe functioneren vijvers?*

Ook al zijn vijvers het belangrijkste houderijsysteem in de aquacultuur, toch weten we nog steeds vrij weinig over hun functioneren. In vergelijking tot bijvoorbeeld voedings-, gezondheids- of genetisch onderzoek wordt er relatief weinig onderzoeksgeld besteed aan het optimaliseren van productieprocessen in vijvers. Vaak zijn we ons er niet van bewust dat er ruimte is voor verbetering. Een voorbeeld: elke zichzelf respecterende visvoerproducent verkoopt vijvervoerders, vaak met een uitbalancerende samenstel-

ling. De samenstelling van deze voeders is zo goed dat in aquariumstudies een goede groei en bijhorende voederconversie wordt gerealiseerd. Gooien we hetzelfde voer in de aanbevolen hoeveelheden in vijvers dan realiseert de boer echter een langzamere groei en een hogere voederconversie. Men zou het tegengestelde verwachten. Naast

het geformuleerde voer hebben vissen in vijvers immers ook toegang tot natuurlijk voedsel zoals fytoplankton, zooplankton en insectenlarven. Via stabiele isotoop studies weten we dat in normaal gevoerde vijvers vissen of garnalen meer dan 50% van hun groei realiseren op basis van natuurlijk voedsel, en een minderheid op basis van

Soortnaam		Ton
Engels	Nederlands	
<b>Silver carp</b>	zilverkarper	3.828.248
<b>Grass carp (=White amur)</b>	graskarper	3.682.994
<b>Common carp</b>	karper	3.239.712
<b>Bighead carp</b>	grootkopkarper	1.928.622
<b>Crucian carp</b>	kroeskarper	1.794.167
<b>Nile tilapia</b>	nijl tilapia	1.367.679
<b>Atlantic salmon</b>	atlantische zalm	1.131.241
<b>Whiteleg shrimp</b>	witte garnaal	723.858
<b>Rohu</b>	rohu	713.267
<b>Giant tiger prawn</b>	tijgergarnaal	666.071
<b>Catla</b>	catla	566.051
<b>Milkfish</b>	bandeng	552.043
<b>White amur bream</b>	peking brasem	524.927
<b>Mrigal carp</b>	mrigal	514.662
<b>Rainbow trout</b>	regenboogforel	490.652
<b>Chinese river crab</b>	chinese rivierkrab	368.050
<b>Channel catfish</b>	amerikaanse meerval	301.192
<b>Black carp</b>	zwarte karper	270.279
<b>Japanese eel</b>	japanse paling	222.469
<b>Fleshy prawn</b>	chinese garnaal	195.385
<b>Giant river prawn</b>	zoetwatergarnaal	180.221
<b>Totaal</b>		23.261.790

Tabel 1: Belangrijke gekweekte vis- en garnalsoorten op basis van productie in 2003 ([www.fao.org](http://www.fao.org))

het aangeboden voer. De grootste hoeveelheid van het aangeboden voer is dus in feite niets meer of minder dan dure meststof. Er is dus ruimte voor verbetering....

Dit laatste is gemakkelijker gezegd dan gedaan. Vijvers zijn complexe ecosystemen waarin gelijktijdig en naast elkaar optre-

dende biologische, fysische en chemische processen elkaar continue beïnvloeden. De belangrijkste processen kunnen we beschrijven en in de meeste gevallen kunnen we omzettingssnelheden berekenen. Zo kunnen we over kortere perioden (dagen) bijvoorbeeld een ruwe schatting maken van de hoeveelheid zuurstof, ammonium

<b>Populaire engelse naam</b>	<b>Wetenschappelijke naam</b>
Catla	<i>Catla catla</i>
Rohu	<i>Labeo rohita</i>
Calbasu	<i>Labeo calbasu</i>
Gonia	<i>Labeo gonius</i>
Mrigal	<i>Cirrhinus mrigala</i>
Mud carp	<i>Cirrhinus molitorella</i>
Black carp	<i>Mylopharyngodon piceus</i>
Silver carp	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>
Bighead carp	<i>Aristichthys nobilis</i>
Grass carp	<i>Ctenopharyngodon idella</i>
Wu-Chang fish	<i>Megalobrama amblycephala</i>
Common carp	<i>Cyprinus carpio</i>
Nile tilapia	<i>Oreochromis niloticus</i>
Blue tilapia	<i>Oreochromis aureus</i>
Mozambique tilapia	<i>Oreochromis mossambicus</i>
Shire tilapia	<i>Oreochromis shiranus shiranus</i>
Kissing gourami	<i>Helostoma temminckii</i>
Tambaqui	<i>Colossoma macropomum</i>
Giant gourami	<i>Osphronemus goramy</i>
Grey mullet	<i>Mugil cephalus</i>
Milkfish	<i>Chanos chanos</i>
Silver barb	<i>Puntius gonionotus</i>
Straightfin barb	<i>Barbus paludinosus</i>
Threespot barb	<i>Barbus trimaculatus</i>
Silver sharkminnow (Nilem)	<i>Osteochilus hasseltii</i>
Channel catfish	<i>Ictalurus punctatus</i>
Fathead minnow	<i>Pimephales promelas</i>
Freshwater giant prawn	<i>Macrobrachium rosenbergii</i>
Penaeid shrimp	<i>Penaeus spp.</i>

Tabel 2. Lijst van belangrijke gekweekte soorten vis- en schaaldieren. Alle genoemde soorten worden ook uitgezet in polycultuurvijvers.

of koolstofdioxide die er in de waterkolom aanwezig zal zijn. Moeilijker wordt het als we lange termijn voorspellingen willen maken (maanden) of als we bijvoorbeeld willen voorspellen hoeveel en welke algen aanwezig zullen zijn, of hoeveel stikstof er zal vervluchtigen als stikstofgas.

### **Black box**

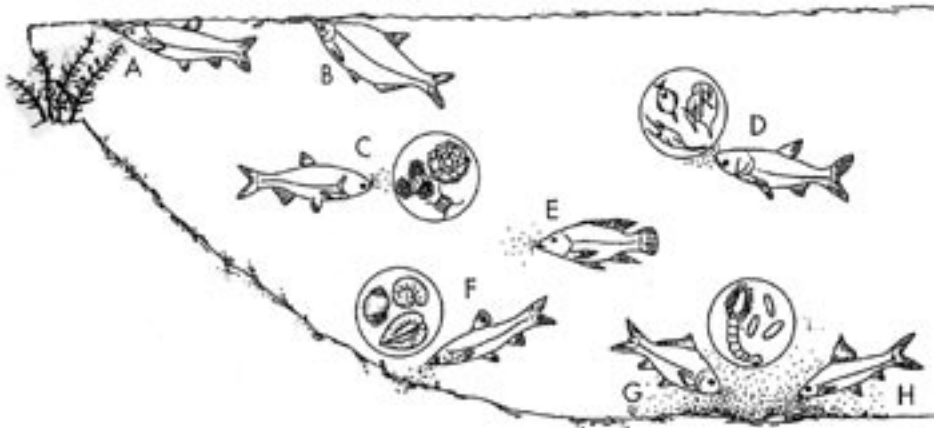
Ook al snappen onderzoekers en kwekers maar een fractie van wat er allemaal gebeurt in een vijver, toch slagen ze erin het kweekstelsel te verbeteren. Dat doen ze door een vijver te benaderen als een "black box": De vraag is dan niet langer "hoe werkt het systeem?" maar "wat is het effect op de productie en/of inkomen van een ingreep van buiten af?"

Via deze empirische "trial and error" benadering weten we nu hoe en wanneer te bekalken of te bemesten, wat een economisch rendabel vijvervoertje is, hoeveel keer per dag te voeren, in welke maand van

het jaar pootvis uit te zetten, hoe het voedselaanbod van plankton te beïnvloeden, hoe de kans op off-flavour (grondsmaak) te verminderen, hoe lang de bodem droog te laten tussen productiecycli, enz. Bij al deze voorbeelden gaat het om eenvoudige vragen, met een min of meer éénduidige onderliggende oorzaak-gevolg relatie. Deze benadering voldoet zolang het aantal mogelijke verandering aan het systeem beperkt is of in een eenvoudig lineaire relatie te beschrijven is. Voorbeelden zijn bezettingsdichtheid, voerhoeveelheid, duur groeiperiode, waterverversingssnelheid, substraattoevoeging, enz.

### **Effect van substraattoevoeging op productie**

Als voorbeeld van een black box benadering wordt ingegaan op "het vergroten van het onderwateroppervlak in vijvers". Doel van het vergroten van het onderwateroppervlak is het bevorderen van de ontwikkeling van sessile (= vastzittende) algen, bacteriën



*Figuur 1: Chinese polycultuurvijver. Elke soort heeft zijn eigen voorkeuren. Graskarper (A) en Wuchang brasem (B) verkiezen gras en grote waterplanten; Zilver karper (C) eet fytoplankton; Grootkopkarper (D) concentreert zich op zooplankton; Tilapia (E) eet plankton en organische afval in de waterkolom en op de bodem; Zwarte karper (F) verkiest slakken; en karper (G) en modder karper (H) woelen in de bodem op zoek naar kleine bodemdierpjes en organische materiaal (Figuur overgenomen uit Azim et Wahab, 2005).*



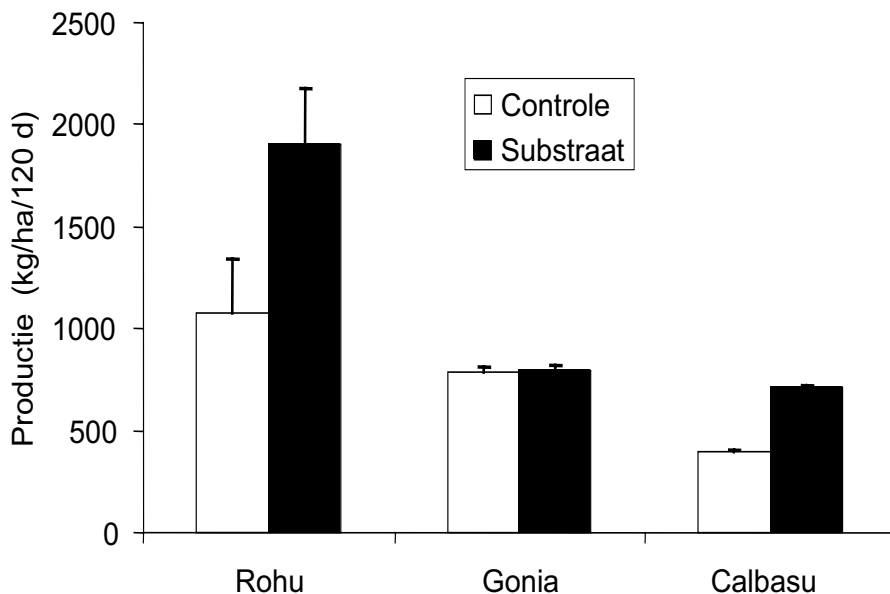
*Figuur 2: Experimentele vijvers in Bangladesh met toevoeging van bamboe-substraat op de voorgrond. Het gezamenlijk ondergedompeld oppervlak van de bamboe stokken is  $\pm$  gelijk aan het vijveroppervlak (proefstation van de Faculteit Visserij, Landbouwwuniversiteit Bangladesh), (Foto overgenomen uit Azim et Wahab, 2005).*

en andere micro-organismen. Dergelijke microbiële gemeenschappen dienen als voedsel, verbeteren de waterkwaliteit en hebben een positieve invloed op de gezondheid van de kweekdieren. Om het effect van onderwateroppervlak op groei, overleving en productie te meten werden experimenten uitgevoerd met en zonder toegevoegd substraat (Figuur2). Verschillende vissoorten werden getest. In bemeste (niet gevoerde) vijvers, met een substraatoppervlak gelijk aan het vijveroppervlak steeg de productie 80% in vergelijking tot substraatvrije vijvers met rohu (*Labeo rohita*) en calbasu (*Labeo calbasu*; oranje-fin labeo). Echter bij lipkarper (*Labeo gonius*; minor carp) had substraattoevoeging geen effect op de productie (Figuur 3)

### **Polycultuur**

In sommige gevallen is het aantal mogelijk aan te brengen veranderingen aan het systeem gigantisch groot. Echter het zoeken naar verbeteringen van het teeltsysteem via een black box benadering wordt dan uiterst locatie- of situatiegebonden, en de gevonden verbeteringen zijn niet meer breed toepasbaar. Bovendien weet je niet of de gevonden verbetering wel echt de beste oplossing is? Een voorbeeld is het identificeren van optimale soort en bezettingsdichtheden in polycultuur met substraattoevoeging.

Het aantal te gebruiken soorten in vijverpolycultuur is zeer groot, ook als alleen lokaal natuurlijk voorkomende soorten worden uitgezet. De combinatie van rohu en catla



Figuur 3: Effect van bamboe-substraattoevoeging op productie van rohu, gonia en calbasu. Controle = substraatvrij. Standaarddeviaties ( $n = 3$ ) zijn weergegeven voor de vergelijking binnen soort, niet tussen soorten (Figuur overgenomen uit Azim et Wahab, 2005).

(*Catla catla*) werd getest in Bangladesh. In monocultuur leidde substraattoevoeging voor beide soorten tot een productieverhoging van ongeveer 80%. Echter, werd de vijver bezet met 40% catla en 60% rohu, dan leidde substraattoevoeging tot een productieverhoging van 186% (Figuur 4). Een verhoging van de bezettingsdichtheid van 15% met een 3de soort calbasu leidde tot een productiefverschil van maar liefst 209% tussen vijvers met en zonder substraat. Echter, verhogen we de bezettingsdichtheid van calbasu met 45%, dan zakt de productieverhoging terug naar 180%.

Weliswaar zijn in dit geval de effecten van substraattoevoeging op de productie spectaculair, toch roepen ze ook veel vragen op. *Catla* zoekt vooral voedsel in de bovenste waterkolom en houdt zich op bij

het oppervlak. Rohu zoekt het iets dieper en staat er ook om bekend graag te grazen op vastzittende biofilmen. Calbasu staat bekend als een bodemvis, en zoekt daar ook zijn voedsel. Hoe komt het dat als deze soorten samen worden uitgezet er blijkbaar meer voedsel te vinden is dan in monocultuur? Waarom is in dit geval het effect van substraattoevoeging vele malen hoger in polycultuur dan in monocultuur?

In de meest voorkomende gevallen is in polycultuur de gerealiseerde productie kleiner dan de gecombineerde productie van de verschillende soorten in monocultuur. Dit is ook wat men verwacht, aannemende dat de voedingsniche<sup>1</sup> van de uitgezette soorten gedeeltelijk overlappen. In polycultuur heeft dus elke soort iets minder voedsel ter beschikking dan in monocultuur. Echter, bij

een aantal 'gelukkige' soortcombinaties is in polycultuur de productie hoger dan de som van de producties in monocultuur. De term 'gelukkige' wijst op het feit dat we op voorhand niet kunnen voorspellen of een soortcombinatie tot een productieverhoging zal leiden, en dat we vele soortcombinaties moeten testen alvorens een succesvolle combinatie te vinden. Kwekers weten al heel lang dat sommige soortcombinaties aanzienlijk de productie verhogen, en spreken in zo'n geval van 'synergie'.

Een interessante vraag is welke veranderingen en processen in het vijverecosysteem deze synergie verklaren. In Wageningen, in samenwerking met de landbouwuniversiteit van Bangladesh, wordt gezocht naar een antwoord op deze vraag. Als model werd gekozen voor polycultuur van rohu

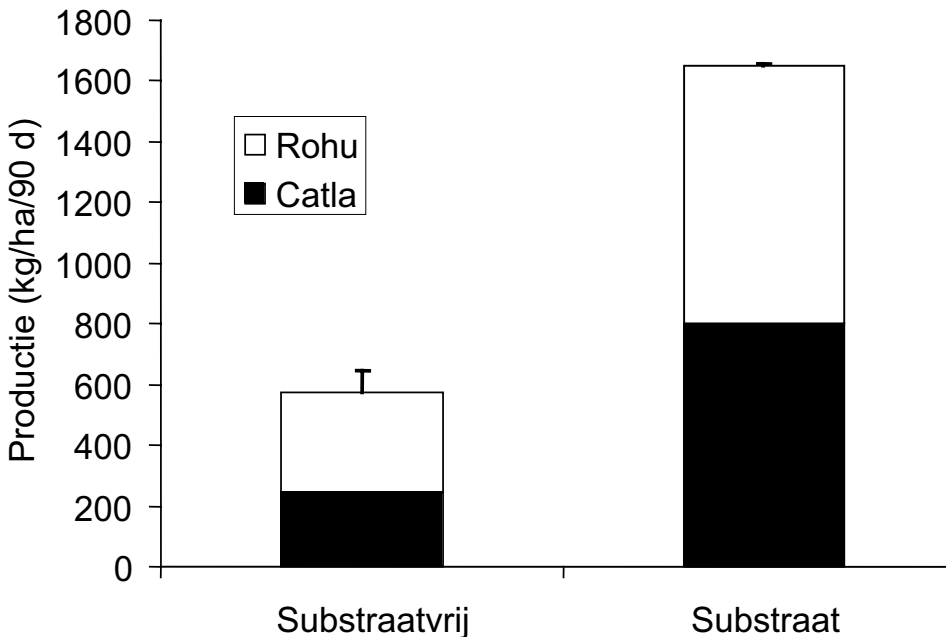
en karper (*Cyprinus carpio*), vooreerst nog zonder toevoeging van substraat. Resultaten van dit onderzoek komen in een volgend nummer aan bod.

#### Bronnen

- Azim, M.E., Beveridge, M.C.M., van Dam, A.A. and Verdegem, M.C.J. (2005) Periphyton and aquatic production: an introduction. Pages 1-13 in Azim, M.E., Verdegem, M.C.J., van Dam, A.A. and Beveridge, M.C.M (Eds.) Periphyton: ecology, exploitation and management. CAB International, UK, 319 pp.
- FAO Fishstat+ Database: Aquaculture production: quantities 1950 – 2003 ([www.fao.org](http://www.fao.org))

#### Voetnoten

1 Voedingsniche: alles wat voor een bepaalde soort als voedsel in de vijver in aanmerking komt. Elke soort heeft een eigen voedingsniche.



Figuur 4: Effect van de toevoeging van bamboe-substraat op de productie ( $\pm$  SD;  $n = 3$ ) van polycultuur van rohu en catla (Figuur overgenomen uit Azim et Wahab, 2005).