

Voedzame vijvers: Voer vis en vijver voor ecologische intensivering

Door: Marc Verdegem, Aquacultuur & Visserij, Wageningen UR, en
Olivier Joffre, WorldFish. Vertaling: Roel Bosma.

Het concept voedzame vijvers beoogt zowel de vijver als de gekweekte vis of/en garnalen te voeren, zodat de vijver zelf kan bijdragen aan het dieet van de dieren. Door de verhouding koolstof-stikstof in evenwicht te brengen neemt de bijdrage van natuurlijk voorkomend voedsel in de vijver aan het dieet van de gekweekte dieren toe. Daardoor gaan productiekosten en milieu-impact omlaag.

Paradigma wisseling

Aquacultuur van vis en schaaldieren is sterk afhankelijk van landbouwgewassen en gevangen wilde vis, en de beschikbaarheid van beide bedreigt verdere groei van de sector. Daarnaast zijn er zorgen over de milieueffecten van dergelijke groei en de beschikbaarheid van zoetwater en land. Ondanks verbeteringen in de efficiëntie van aquacultuursystemen, b.v. door het verminderen van vismeel en visolie in diëten, stijgt de impact van aquacultuur op de kwaliteit van het oppervlaktewater en de uitstoot van broeikasgassen in verhouding tot vee en landbouw (Zhang et al. 2015).

In een typisch aquacultuurproductiesysteem wordt in de vijver het voedsel web (de voedselketen beginnend bij fytoplankton, microben

Hogere bijdrage van het voedsel web aan de gekweekte dieren

en andere organismen tot aan de gekweekte dieren) gestimuleerd door niet gegeten en onverteerd voer, dat in feite fungeert als een dure kunstmest in de vijver. Deze meststof is niet ontworpen om efficiënt te zijn voor het vijverecosysteem omdat de voersamenstelling afgestemd is op de gekweekte dieren maar niet



Afb. 1: Garnalenboer die koolhydraten toepast om microbiële activiteit in de vijver te stimuleren om de mineralisatie van afval te verbeteren (Foto: Olivier Joffre).

op de andere vijverorganismen. Dit zorgt voor onevenwichtigheden in het systeem en de voedingscyclus hetgeen, behalve tot vervuiling, ook leidt tot een suboptimale recycling van dierlijk afval waardoor het water ongezond is en de dieren kwetsbaar worden voor ziekten. Om deze onevenwichtigheden te verminderen gebruiken boeren, vooral in ontwikkelingslanden, verschillende pro- en pre-biotica en andere additieven, wat hun productiekosten verhoogt zonder noodzakelijkerwijs de gewenste resultaten te bereiken. Daarom richt de Aquacultuur en Visserij Groep van Wageningen Universiteit (AFI) zich, samen met WorldFish, op het verhogen van de bijdrage van het voedsel web van de vijver aan de voeding van de gekweekte dieren door het voer niet alleen te richten op de behoefte van deze dieren maar ook rekening te houden met hetgeen de vijver nodig heeft:

voer de vijver en de vis. Een dergelijke aanpak zou de intensivering van de aquacultuur ondersteunen en tegelijkertijd de milieueffecten verkleinen.

Wat is een voedzame vijver?

Een oplossing is een systeem dat zowel de vijver als de gekweekte dieren voedt en onevenwichtigheden in de voedingscyclus beperkt door afvalstoffen te produceren die gemakkelijk kunnen worden afgebroken. Dan is de mineralisatie snel, is de productie van natuurlijk voedsel voor de dieren optimaal, vermindert de accumulatie van afval en blijft het vijverwater schoon en gezond. Dit is het idee achter het voedzame vijverconcept: gebruik de grotendeels onbenutte grondstoffen door het vergroten van de assimilatie van vijvervoedingsstoffen in het voedselweb en verander afval in voer. In theorie



Afb. 2. Een boer in Bangladesh controleert een tilapia gekweekt op een voedzaam voer met een hoge C:N-ratio (Foto: Kazi Kabir)

kan deze aanpak worden toegepast op de naar schatting 60 procent van alle vis en garnalen die uit semi-intensieve productiesystemen komen.

Als voedingsstoffen worden geassimileerd in het voedselweb, hopen deze zich minder op in het sediment, waardoor het denitrificatieproces wordt verminderd en het verlies van waardevolle stikstof afneemt. Het microbiële voedselweb wordt beïnvloed door de voedingssamenstelling van macronutriënten van het voer, b.v. ruwe eiwit-, vet-, zetmeel- en niet-zetmeelpolysachariden. In voedzame vijvervoeders zorgt een verhoogde verhouding koolstof-tot-stikstof (C: N) in de vijver voor een snelle recycling van het afval. Een voordeel is dat koolstofrijke ingrediënten goedkoper zijn dan stikstofrijke ingrediënten, waardoor de voerkosten lager worden. Kennis over voeder- en nutriëntencycli in vijvers en de invloed van de natuurlijke voedselproductie op de benut-

ting van voer en op de visgroei, zijn beperkt. Onderzoek in het vijfjarig onderzoekproject *Nutritious Ponds* gefinancierd door de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en het *WorldFish Research Program on Fish Agri-Food Systems*, helpt om die kenniskloof te dichten. Het project gebruikt een multi-stakeholderbenadering om resultaten van fundamenteel en toegepast onderzoek in te bedden in het productontwerp om aldus het nieuwe voersysteem aan te passen aan de lokale technologische, sociale en institutionele context.

Hoe maken we van het concept een product?

Om van het concept een product te maken doet het project onderzoek naar voedzame vijvers met garnalen (*P. vannamei*) in Vietnam (Afb. 1) en genetisch verbeterde gekweekte tilapia (GIFT) in Bangladesh (Afb. 2). Dit gebeurt sa-

Verhoogde verhouding C: N zorgt voor een snelle recycling van afval

men met belanghebbenden uit de sector in een innovatieplatform om de technologie aan te scherpen en de adoptie te vergemakkelijken. Het project omvat dus, naast universiteiten en onderzoeksorganisaties (Wageningen Universiteit & Research, Can Tho Universiteit in Vietnam en WorldFish), de industrie (Nutreco in Nederland, Skretting en Viet Uc in Vietnam), en Vietnamese en Bengaalse viskwekers. Aanpalende belanghebbenden uit de Vietnamese aquacultuursector, zoals internationale NGO's, certificatie-instellingen, voorlichters van de staat en actoren uit de particuliere sector, zijn ook lid van het innovatieplatform en geven feedback tijdens het ontwerpproces.

Resultaten van fundamenteel en toegepast onderzoek door promovendi in Wageningen worden gecommuniceerd aan het innovatieplatform om proeven op viskwekerijen met semi-intensieve systemen van *P. vannamei* te ontwerpen. Het fundamentele onderzoek is gericht op de natuurlijke productie van essentiële vetzuren (een cruciale maar dure component van visvoer) door algen in de vijver, en het gebruik van deze natuurlijke voedselbron door de garnalen. Een ander onderzoeksgebied is de kwantificering van verschillende paden voor de overdracht van voedingsstoffen in de vijver. We onderzoeken de directe bijdrage van geformuleerd voer aan de groei van dieren en de bijdrage van het natuurlijke voedsel dat



Afb. 3. Gesimuleerde opfok mesocosmostanks van Wageningen University & Research, waarmee een volledig budget voor voedingsstoffen kan worden gemaakt van gekweekte dieren, waterkolom, sediment en periphyton (Foto: Devi Hermesen).

door de vijver zelf wordt geproduceerd en hoe deze bijdrage verandert met verschillende C:N-verhoudingen. De bevindingen van dit onderzoek beogen de voedersamenstelling te verbeteren door de bijdrage van natuurlijke voedingsmiddelen aan de garnalenproductie in semi-intensieve vijvers te optimaliseren.

Daarnaast onderzoekt een promovendus aan de Can Tho University de interacties van algen en bacteriën om manieren te vinden om hun verhouding voor optimale biologische processen in de aquaculturomgeving in evenwicht te brengen. Het onderzoek test ook de reactie



Afb. 4. Controle van de groei van *P. vannamei* in een voedzaam vijversysteem (Foto: Olivier Joffre).

van de vijver op verschillende soorten koolhydraten, en de wijze en frequentie van hun toepassing.

Dit scala aan onderzoek, dat fundamenteel inzicht biedt in vijverecologie en voedingsstofoverdracht, wordt gedeeld met en besproken door verschillende belanghebbenden die betrokken zijn bij het innovatieplatform om nieuwe protocollen voor proeven op viskwekerijen te ontwerpen. Platformleden bepaalden hun vereisten en verwachte prestaties om de proeven te evalueren. Sinds het begin van het project in 2016 zijn vier verschillende formuleringen die korrelvoer en verschillende soorten koolhydraten combineren (melasse, maïszetmeel, een mix van rijstzemelen en cassave en alleen cassave) getest in semi-intensieve garnaalenvijvers in Vietnam. In Bangladesh werden op de boerderij tests uitgevoerd met de GIFT Tilapia. Het voedzame vijvervoer dat uiteindelijk werd ontworpen bestond uit een

een korrel met een hoger koolhydraatgehalte, die het voermanagement voor de boeren vergemakkelijkt.

Resultaten en bewijs voor een nieuw voersysteem

Vergelijkend onderzoek in tanks van een conventioneel garnaalendieet en een conceptdieet zonder visolie of vismeel gaf ons inderdaad meer inzicht in vijverecologie en voedingsstofoverdracht (Afb. 3). Het experiment toonde onder andere aan dat

- slechts een kleine 18 procent van de organische stof uit voer in de garnalen terecht komt, en de rest in het voedselweb;
- op een dieet zonder vismeel en visolie ten minste 31 en 6 procent van twee belangrijke soorten omega-3-vetzuren in de garnalen afkomstig was van het algen voedselweb;
- het verlagen van de eiwit-energie-verhouding (P:E) in het voer onder de bekende optimale verhouding geen invloed heeft

op de productiviteit van vissen.

Het testen van voer met verschillende C:N-verhoudingen in semi-intensieve systemen van *P. vannamei* toonde aan dat een reductie van de voedergift van 20 procent in combinatie met een C:N-verhouding van 12 (inclusief het apart bijgevoerde cassavepoeder), een vergelijkbaar garnaalengewicht opleverde als in controlevijvers met 100 procent van de voederbelasting. Sommige leden van het innovatieplatform vroegen zich af welk type koolhydraten ze het beste kunnen gebruiken. Testen in een gecontroleerde omgeving toonden aan dat maïzena aanzienlijk betere garnaalproductie, overlevingspercentage, groeisnelheid en voederconversie (VC) opleverden dan cassavepoeder. Proeven bij boeren in de Mekong-delta in drie vijvers en controlevijvers bevestigden bovenstaand (Afb. 4). Deze bedrijven waren in staat om de productiviteit te verhogen, de kosten te verlagen en het financiële rendement van de vijver te verhogen door de voergift met 10-20 procent te verminderen terwijl een C:N-verhouding van 12 werd gehandhaafd door een externe bron van koolhydraten toe te voegen. De voedzame vijvers vertoonden ook een stabielere omgeving dan de controlevijvers, waardoor een langere groeiperiode mogelijk was en vroege ziektesymptomen werden geminimaliseerd. Dit op zijn beurt verminderde het gebruik van probiotica en andere additieven, wat resulteerde in een gemiddelde kostenbesparing van 10-15 procent.

Het conceptdieet getest met tilapia in Bang-

**21 procent hogere opbrengst
in vergelijking met
conventioneel dieet**

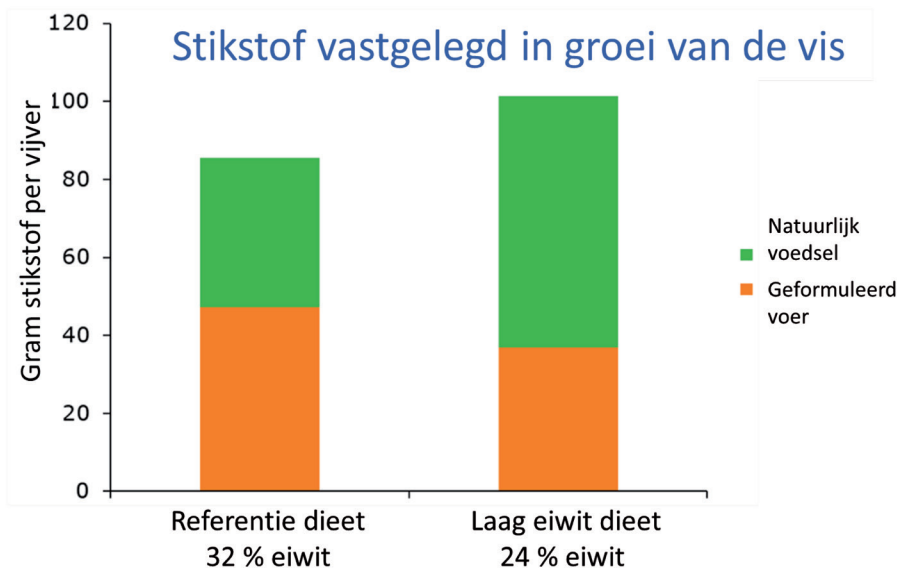


Afb. 5. Boeren in Bangladesh oogsten tilapia voor eigen consumptie uit kleine vijvers met behulp van een voedzaam, hoog C:N-ratio voer (Foto: Kazi Kabir).

ladesh bevatte slechts 24 procent eiwit en 3 procent vismeel, terwijl dit in conventionele voeders respectievelijk 30-35 en 10-15 procent is (Kabir et al. 2018). Met een eiwitarm dieet was de opbrengst 21 procent hoger in vergelijking met het conventionele dieet (Afb. 5). Analyse van de overdracht van voedingsstoffen in de vijver toonde aan dat 64 procent van de geregistreerde groei werd gerealiseerd met natuurlijk voedsel geproduceerd door de vijver. Ook bleek dat in een vijver tot 85 procent stikstofretentie kan worden behaald door de eiwit-energie verhouding van het dieet te optimaliseren (Figuur 1).

Hoe verder?

Na een recente vergelijking van de milieu-impact van verschillende aquacultuursystemen m.b.v. een levenscyclusanalyse concludeerden de onderzoekers dat de grootste milieuwinst te behalen is met het produceren van meer vis met minder voer (Henriksson et al. 2018). Het voedzame vijverproject heeft aangetoond dat het voeren van zowel de vijver als het dier meer dierlijke eiwitten kan produceren met minder voer. In zijn laatste fase verwacht het project zijn bevindingen te vertalen in nieuwe commerciële producten zoals eiwitarm voerformules en voederprotocollen.



Figuur 1: Stikstofwinst in vissen die een controledieet of een voedzaam, hoog C: N-dieet krijgen, dat een 19 procent hogere retentie vertoont met het voedzame, hoge C: N-dieet (Kabir et al. 2019)

Dit N-arme en C-rijke voederregime heeft een groot potentieel in ontwikkelingslanden, waar aquacultuursystemen niet intensief zijn en de kosten van inputs de overgang belemmeren naar intensievere systemen met korrels. Wij zijn van mening dat het concept voedzame vijvers kan bijdragen aan de ecologische intensivering van aquacultuursystemen, met name in Afrika, waar goedkope (maar hoogwaardige) voeders nodig zijn om de lokale producenten te stimuleren en de algemene groei van de sector te ondersteunen.

Referenties

- Henriksson, P.J.G., Belton, B., Mrushed-e-Jahan, K., Rico, A. 2018. Measuring the potential for sustainable intensification of aquaculture in Bangladesh using life cycle assessment. Proceedings of the National Academy of Sciences, p.201716530. Beschikbaar via: <http://www.pnas.org/lookup/>

**Goedkope voer en
10-15 procent
kostenbesparing op
medicijnen.**

[doi/10.1073/pnas.1716530115](https://doi.org/10.1073/pnas.1716530115).

- Kabir, K.A., Schram, J.W., Verreth, J.A.J., Phillips, M.J., Verdegem M.C.J. 2019. Effect of dietary protein to energy ratio on performance of Nile tilapia and food web enhancement in semi-intensive pond aquaculture. Aquaculture, 499: 235–242. Beschikbaar via: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.09.038>.
- Zhang, Y., Bleeker, A., Liu, L. 2015. Nutrient discharge from China's aquaculture industry and associated environmental impacts. Environ. Res. Lett. 10 (2015) 045002.