

wordt nog gewerkt met traditionele, minder duurzame, doorstroomsystemen en met kooien. Studenten moeten dus inzetbaar zijn in alle soorten systemen en die praktijkervaring moeten jullie blijven bieden, onder andere door internationale samenwerking.

Rutters: Jos, je wordt op je wensen bediend. In Aquacultuur hoop ik binnenkort te kunnen schrijven over de vergevorderde plannen die we hebben voor een Europese opleiding visteelt. Bedankt voor dit interview!

Redactionele toevoeging

We vroegen Jos ons een lijstje te geven van wat hij zelf als zijn belangrijkste bijdragen aan Aquacultuur beschouwt. Bescheiden als hij is, kwam hij niet met een lijstje, maar wel met één artikel dat hem na aan het hart staat. Dat is uit 2007 en heeft als titel: Wat de ondernemer moet weten over de geschiedenis van Rusland, als hij/zij hier wil slagen (Aquacultuur 2007-5: 22-26).

Vervolgens ging een redactielid op zoek in het digitale archief en ontdekte dat de oudste artikelen van Jos gaan over de excursie van MAS docenten naar Denemarken³⁾. Een snelle zakenman die zonder veel technische kennis van zaken in Nederland een revolutionair nieuw recirculatiesysteem aan de man probeerde te brengen, werd door Jos met de term 'zakkenvuller' aangeduid⁴⁾. Jos heeft als auteur of coauteur 141 artikelen aan Aquacultuur bijgedragen, wat hem voor dit blad tot absolute koploper maakt. Bij dit aantal zijn de visrecepten en de stukjes 'Redactioneel' die hij schreef toen hij hoofdredacteur was, niet inbegrepen. Van de 141 artikelen gingen er 29 over zijn ervaringen in Indonesië.

Kijkend naar de lijst waarop is aangegeven hoe vaak een samenvatting van een artikel is bekeken, blijkt dat een artikel van J. Scheerboom aan kop staat: het artikel met de titel "Is de kwie kwie een geschikte teeltvis?" (1024 keer tot februari 2019 sinds publicatie in Aquacultuur

...als Nederlandse vissers
niet meer in Engelse
wateren mogen vissen
komen er meer kansen voor
kwekers.

1992-5: 21 – 26). Enkele andere artikelen van Jos die op deze lijst hoog scoren:

- Arie de Bondt, oprichter HESY en PUM Sectorcoördinator Visserij, Visteelt en Visverwerking (Aquacultuur 2016, nr. 1; 235 x) De wegen naar certificaat 'Bedrijfsvoeren Visteelt' via internet en de praktijk (Aquacultuur 2010 nr 4; 224 x), en
- Dr. ir. Anne Osinga stond voor praktijkonderwijs, als een rots in de branding (Aquacultuur 2013, nr 4; 214 x).

Deze cijfers onderstrepen de conclusie dat Jos heel veel aan Aquacultuur en aan de verspreiding van kennis over visteelt heeft bijgedragen. Mede hierom is hij ook een van de twee ereleden van het NGVA.

Voetnoten

- 1) J. Bovendeur (1989) *Fixed-Biofilm Reactors applied to Waste Water Treatment and Aquacultural Water Recirculation Systems* (proefschrift, Wageningen Universiteit)
- 2) De MBO opleidingen in Dokkum, Helmond, Oenkerk en Utrecht (Houten) zijn inmiddels gestopt door gebrek aan belangstelling, maar het Zone college en het Wellant college verzorgen nu mbo onderwijs op het gebied van aquacultuur.
- 3) Scheerboom, J.E.M. en Bont, A.J.M. (1989) *MAS-docenten in Denemarken, Aquacultuurnieuws september 1989: 17-21.*
- 4) Scheerboom, Jos (1989) *Een zakkenvuller? Aquacultuurnieuws september 1989: 26-29.*

ONDERWIJS & ONDERZOEK

Voer op basis van insecten voor de koningsgarnaal

E.J. Weerman*, M. Vrij**, F. Schaafstra*, O. Haenen*

*HAS Hogeschool, 's-Hertogenbosch, **New Generation Nutrition, 's-Hertogenbosch

Op de HAS Hogeschool wordt al een aantal jaren voer voor vis en schaaldieren op basis van insecten vergeleken met regulier voer op basis van vismeel en/of visolie. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in samenwerking met New Generation Nutrition. Resultaten laten zien dat garnalen gevoerd met voer op basis van insecten even goed groeien als bij regulier voer. Tot op heden is onbekend of het voer op basis van insecten gezondheidsrisico's met zich meebrengt en dergelijk onderzoek komt na het aanstellen van Olga Haenen als lector Gezonde en Duurzame eiwitten in een stroomversnelling.

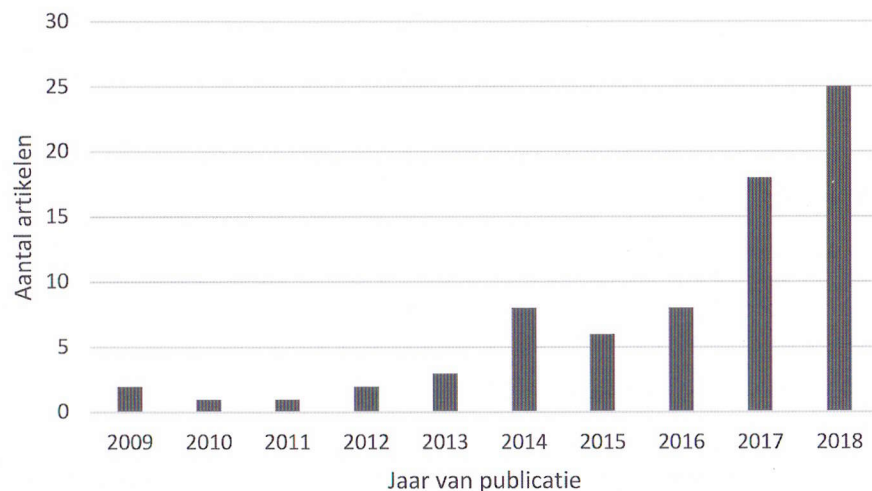
Voer op basis van insecten

De toenemende vraag naar consumptievis en de dalende hoeveelheid wild gevangen vis heeft geleid tot een lagere beschikbaarheid van vismeel en visolie, terwijl de hoeveelheid gekweekte vis is toegenomen (FAO 2018). Vismeeel is een belangrijke bron van hoogwaardige eiwitten voor de aquacultuur, en daarvoor wordt wild gevangen vis gebruikt. Als de vismeel vervangen kan worden door andere hoogwaardige eiwitbronnen, zou dit een slag in de verduurzaming van de aquacultuur betekenen (Dicke 2018; Tacon & Metian, 2008).

De laatste jaren is het percentage vismeel en visolie in visvoer gedaald, zo was het percentage in 1990 65% en is het gedaald tot 16% in 2013 (Ytrestoyl et al., 2015). Deze daling is met name toe te schrijven aan het vervangen van

de visolie en de vismeel door sojameel, wat een wereldwijde trend is in zalm- en garnalenvoer (FAO, 2016). Eén van de problemen met deze vervangers is dat bij sojabonen sommige essentiële aminozuren te weinig aanwezig zijn, zoals bijvoorbeeld methionine, lysine en valine. Insecten bevatten meer methionine, lysine en valine dan plantaardige producten, maar minder dan vismeel (Vrij, 2013). Een ander voordeel van insecten in vergelijking met andere vismeelvervangers, is dat sommige insecten (zoals de zwarte soldaatvlieg en meelwormen) te produceren zijn op reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie (Smetana et al., 2019). Daarom zou het vervangen van vismeel door insecten een verduurzamingsslag betekenen voor de aquacultuursector (Dicke 2018).

Insecten kunnen voor sommige vissoorten tot



Figuur 1: Aantal wetenschappelijke publicaties in peer reviewed tijdschriften met als sleutelwoorden 'Black soldier fly' en 'aquaculture'.

50% van het vismeel in het voer vervangen (Belghit et al. 2018). Er is onderzoek uitgevoerd naar veel soorten insecten als vervanging van visolie en vismeel zoals Aziatische neushoornkever, gewone huisvlieg larven, zwarte soldaatvlieglarven of meelwormen (Henry 2015). De meeste experimenten zijn met vissen gedaan, bijvoorbeeld met zeebaars (Magalhães et al., 2017), meerval (Xiao et al., 2018), zalm (Belghit et al., 2018), maar ook met schaaldieren zoals de koningsgarnaal (Cummins et al., 2017). Ook in Nederland is onderzoek uitgevoerd naar het gebruik van insecten in visvoer, hieruit bleek dat een (deel) van de vismeel vervangen zou kunnen worden door meel van maden van de zwarte soldaatvlieg (*Hermetia illucens*) (Buiten 2016).

Meel van zwarte soldaatvlieglarven lijken een hoge potentie te hebben om vismeel te vervangen in aquacultuur voeding. Dit komt doordat de larven van de zwarte soldaatvlieg een hoog eiwitgehalte hebben (40% droog gewicht), een juiste verhouding van aminozuren en 30% vet (Wang en Shelomi 2017, Liland 2017). Mede hierdoor wordt de zwarte soldaatvlieg steeds vaker

Vervangen van vismeel door insecten is een verduurzamingsslag voor de aquacultuursector

gebruikt in experimenten als vismeelvervanger in de aquacultuur. Dit is ook te zien in het aantal gepubliceerde artikelen in internationaal wetenschappelijke tijdschriften. Het aantal artikelen met als onderwerp aquacultuur en zwarte soldaatvlieg is toegenomen van enkele publicaties in 2009 tot 25 publicaties in 2018 (Figuur 1).

Op de HAS Hogeschool in Den Bosch zijn een aantal onderzoeken gedaan door studenten waarbij is gekeken of voer op basis van insecten gebruikt kan worden voor rivierkreeften en koningsgarnalen. De HAS Hogeschool biedt een Bachelor opleiding in agri-food en leefom-



Figuur 2: De aankomst van de koningsgarnalen uit België bij de HAS Hogeschool, op de foto staan de studenten en rechts Mark van de Ven van New Generation Nutrition.

geving sector en is gevestigd in Den Bosch en Venlo. Hier doen studenten praktijkonderzoek, zowel in de eigen faciliteiten als bij midden- en kleinbedrijven. Eén van de thema's waar de HAS Hogeschool onderzoek naar doet is insecten (Aquacultuur 2019-1: 9-11).

Eind 2018 gaf lector Olga Haenen haar inaugurele reden voor het lectoraat INVIS (Insecten en vis, gezond, duurzaam en veilig). Per jaar doen ongeveer 40 studenten onderzoek naar duurzame, veilige en gezonde dierlijke eiwitten. Binnen dit lectoraat INVIS is, in samenwerking met New Generation Nutrition, onderzoek gedaan naar de groei en overleving van de Koningsgarnaal op voersamenstellingen met wel of geen zwarte soldaatvlieg. Studenten hebben, onder begeleiding van docenten proeven gedaan in het laboratorium. Als een deel van de vismeel vervangen kan worden door zwarte soldaatvlieg gekweekt op reststromen van de voedingsmiddelenindustrie zal er minder druk liggen op aquatische ecosystemen.

Methoden

Proefdieren: Post-larven van de koningsgarnaal van ongeveer twee weken oud en 2-3 cm lang werden overgenomen van Crevetec (Ternat, België; Figuur 2). De garnalen zijn een aantal dagen geacclimatiseerd van een saliniteit van 27 naar 20 ppt, hiervoor is om de dag

de saliniteit iets verlaagd door zoet water toe te voegen.

Voersamenstelling: Voor het experiment zijn 3 voeders gebruikt in 5 aquaria (n = 5). 1) Commercieel garnalenvoer (Crevetec PL - op basis van vismeel en visolie), 2) Insect based voer (Insect-droog) met een vochtgehalte van ~5% en insectenpercentage 28% en 3) Insect based voer (Insect nat) met een vochtgehalte van ~30% en 20% insecten (Voersamenstellingen: tabel 1). In de laatste twee voersoorten was een deel van het vismeel vervangen door gemalen insecten. Deze insecten bestonden uit een mengsel van 1/3 zwarte soldaatvliegen, 1/3 meelwormen en 1/3 buffalo wormen.

Proefopzet: De experimentele opzet bestond uit 15 plastic aquaria met elk 25 liter zout water (20 ppt Aquaforest reef salt). Elk aquarium was voorzien van een luchtpomp van het type Tetra APS 400, een verwarming van het type 'Resun Sunlike quartz glass heater' en een inwendig filter (Elite-Jet flow50). In ieder aquarium was een halve terracottapot geplaatst, deze konden dienen als schuillocatie. Bij aanvang van het experiment zijn in elk aquarium 15 garnalen geplaatst met een gemiddeld gewicht van 0,21 g (+/-0,11) per garnaal. Alle garnalen zijn gedurende 48 dagen op maandag, woensdag en vrijdag gevoederd met 5-10% van het gemiddelde lichaamsgewicht van de garnalen. Indien

Tabel 1: Chemische samenstelling van de drie garnalenvoeders (% van het droog gewicht).

Item	Insect nat ¹	Insect-droog ¹	Commercieel ²
Droge stof	69.0	95.0	90.0
Organische stof	92.2	92.1	88.9
Ruw eiwit	51.6	51.7	60.0
Suikers	0.4	0.4	-
Zetmeel	8.8	8.8	-
Ruw vet	10.5	14.4	12.2
Ruwe vezels	2.3	2.3	1.1
As	7.8	7.9	11.1

1. Insect-NGN insects, fresh shrimp and fish fillet parts, algae (4.86%), seaweed (2.47%)
2. Crevetec commercial food: LT Fish meal, squid meal, krill meal, fish hydrolysates, hydrolyzed proteins, wheat products, corn gluten, soybean lecithin, macro-algae, micro-algae, ProBind Plus (gelatin binder), cholesterol, hydrolyzed yeast, vitamins and minerals.

er voer bleef liggen op de bodem van de aquaria werd dit de volgende dag weggezogen. De garnalen zijn iedere 3 weken geteld en gewogen. De helft van het water werd wekelijks vervangen, om de nitriet- en nitraatwaardes te verlagen. De pH-waarde (6-8,5), zuurstofverzadiging (90-100%) en temperatuur (20-25 °C) van het water werden per aquarium iedere week gemeten met een Hachlange multimeter. Het nitraat- en nitrietgehalte van het water werden met de Hachlange LCK-test gemeten.

Data analyse

De response parameters zijn als volgt berekend:

- Percentage overleving (%): $(N_e / N_s) \times 100$,

N_s =aantal garnalen bij start experiment, N_e = aantal garnalen op het einde van het experiment.

- Percentage toegenomen gewicht (%) = $((W_e - W_s) \times 100) / W_s$, W_s =gewicht bij start experiment, W_e = gewicht op het einde van het experiment.
- Specifieke groei ratio (SGR, %) = $(\ln W_e - \ln W_s) / t$, t = tijd in dagen.

Resultaten en discussie

De resultaten uit dit onderzoek laten zien dat garnalen dezelfde groei en overleving vertonen op commercieel voer, gebaseerd op visolie en vismeel, als garnalen gevoerd met voer waarin een deel van de visolie/vismeeel is vervangen door verse insecten (Tabel 2). De garnalen zijn gedurende de experimentele periode in gewicht toegenomen, ook deze gewichtstoename is niet verschillend tussen de verschillende voersoorten (ANOVA, $p > 0.05$). Na 48 dagen waren gemiddeld nog 52-63% van de garnalen in leven en werden geen verschillen waargenomen per voersoort (ANOVA, $p > 0.05$). De specifieke groeisnelheid van de garnalen gevoerd met droog insectenvoer was gemiddeld lager dan die van garnalen gevoerd met de andere 2 voe-

Tabel 2: Gemiddelden en standaard fout van de overleving, groei en specifieke groeiratio (SGR) van de larven van de tijgernaal gevoerd met drie voeders in 5 herhalingen.

Voersoort	Overleving (%)	Groei (%)	SGR(%/d)
Commercieel	63 ± 9	286 ± 58	2,2 ± 0,1
Droog Insecten	54 ± 4	289 ± 34	1,7 ± 0,2
Nat insecten	52 ± 5	316 ± 28	2,3 ± 0,2
ANOVA resultaten	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p > 0.05$

ders. Echter, dit verschil was niet significant. Bij een langere proef zou dit verschil wellicht wel significant kunnen worden aangezien de garnalen ook na 48 dagen nog goed doorgroeien (Cummins et al. 2017; Krummenauer et al., 2016). De overleving in het huidige experiment was lager vergeleken met die in andere studies (Cummins et al., 2017). Dit komt waarschijnlijk, doordat nitraat waardes een aantal keren boven een kritische grens van 150 mg/L zijn gekomen (Furtado et al., 2015). Doordat de specifieke groeisnelheid wel vergelijkbaar was met andere studies gaan we ervanuit dat de garnalen die wel hebben overleefd normale groei hebben vertoond en dus de hoge nitraatpieken weinig invloed hierop hebben gehad. Daarom kunnen we concluderen dat het vervangen van vismeel door een mix van insectenmeel geen invloed heeft op de groei en overleving en dus gebruikt kan worden als duurzame vervanger van vismeel.

Voordat zwarte soldaatvliegen in aquacultuurvoer gebruikt gaat worden, zal onderzocht moeten worden of er geen nadelig gezondheidseffecten zijn voor vissen en schaaldieren. Er zijn naast het optimaliseren van de nutritionele waarde van het voer, nog een aantal andere uitdagingen. Zo is de verteerbaarheid van insecten gebaseerd voer door o.a. tarbot lager dan die van regulier voer (Kroeckel et al., 2012). Maar er zijn ook positieve effecten waargenomen waaronder verhoogde groeisnelheid en een versterkt immuunsysteem. Zo heeft Hoffman et al., (1997) aangetoond dat chitine

uit insecten het immuunsysteem hebben versterkt in Atlantische zalm. Een recente studie met Regenboogforellen heeft aangetoond dat de bacteriën in de darmen van de vissen meer diversiteit en minder ziekteverwekkers bevatten wanneer ze worden gevoerd met voer op basis van zwarte soldaatvlieg in plaats van voer op basis van vis (Rimoldi et al., 2019). Makreel was minder vatbaar voor infecties van de parasitaire bacterie *Vibrio harveyi*. *Vibrio spp* bacteriën zijn niet alleen een potentiële zoonose voor vissen, maar ook voor schaaldieren. In de garnalenkweek is dit één van de belangrijkste ziekteverwekkers (Vandenbergh, 1999). Echter, in ons experiment zijn geen metingen gedaan naar mogelijke aanwezigheid van zoonose. Dit zal in het najaar van 2019 plaatsvinden.

Een ander aspect wat nu nog onderbelicht bleef is de veiligheid van de keten: veterinair veilig voor het organisme (garnaal, vis), contact-veilig voor de insectenkwekers en -verwerkers en voedselveilig voor de mens. Dit betekent dat er geen schadelijke stoffen in de producten aanwezig zijn, noch ziektekiemen. Het rapport van de Raad voor Dierenaangelegenheden, getiteld "De ontpopping van de insectensector" (2018) gaat hier op in. Echter, is hier tot op heden heel weinig onderzoek naar gedaan, de verwachting is dat dit de komende jaren zal toenemen om ook de aquacultuur veilig duurzamer te maken.

Redactie

De gebruikte referenties zijn op te vragen bij de auteur: E.Weerman@has.nl.

Vervangen van vismeel door een mix van insectenmeel had geen invloed op de groei en overleving van Koningsgarnaal

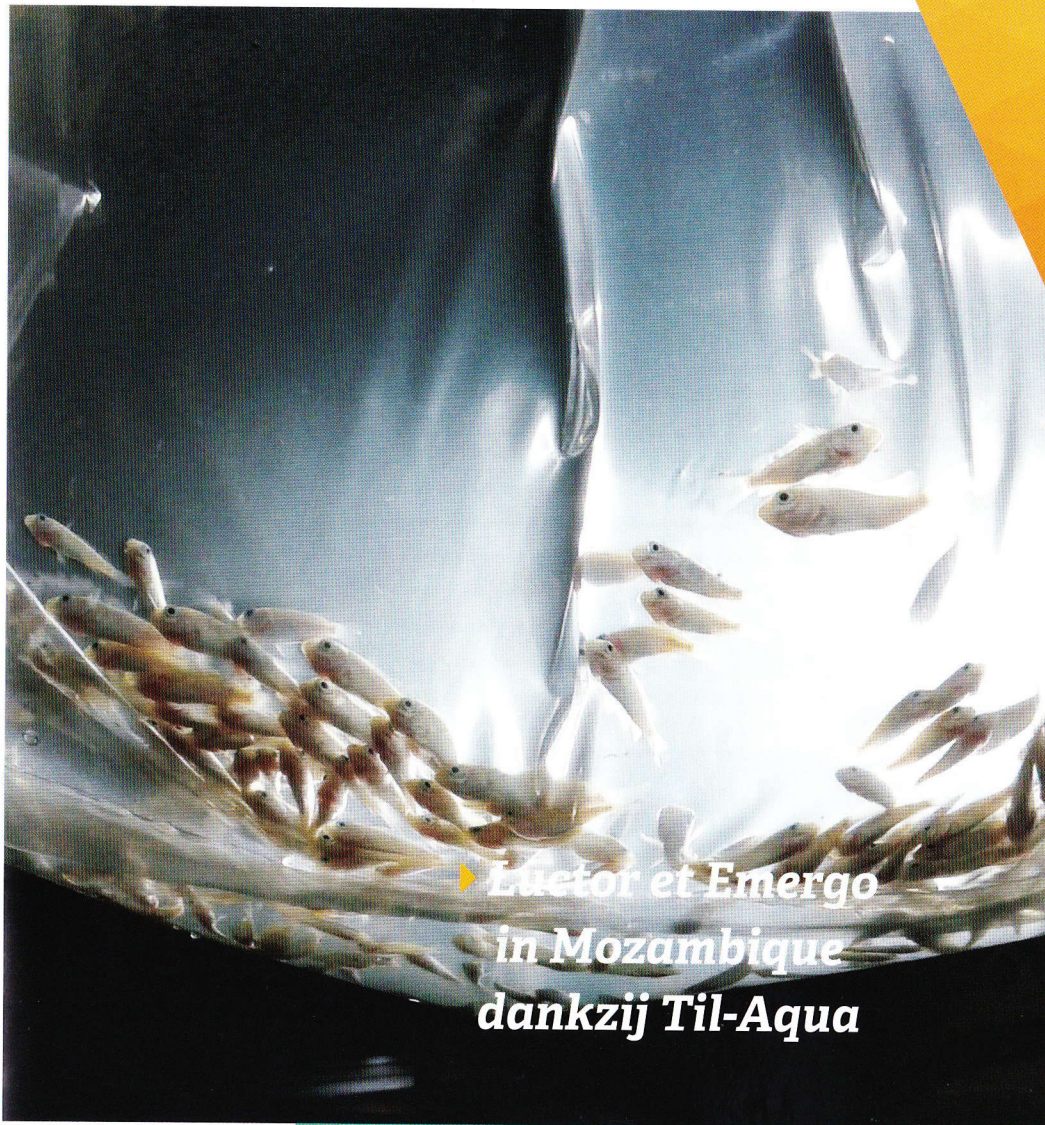
AQUA

Officieel orgaan van het NGvA

cultuur

3

oktober 2019



► *Luctor et Emergo*
in Mozambique
dankzij Til-Aqua