

Vis moet zwemmen!

Het nut van zwemactiviteit voor het kweken van een fittere vis

Dr. Ir. Arjan P. Palstra, The Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies (IMARES), Wageningen Aquacultuur*, Wageningen University & Research Centre, Yerseke

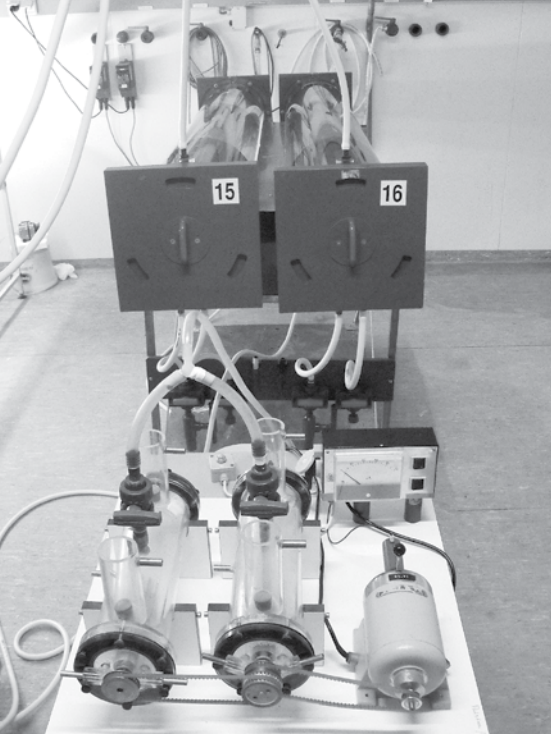
* Wageningen Aquacultuur is een consortium van IMARES aquacultuur en AFI (Aquaculture and Fisheries Group, Wageningen University), beide onderdeel van Wageningen University & Research Centre (WUR)

“Vis moet zwemmen” horen we niet zelden net te hard uitgesproken, met dubbele tong in de betere visrestaurants. “Visch moet zwemmen” is een gevleugelde uitspraak sinds 1914 en is gebaseerd op het 17e eeuwse “De visch bemint het vocht, en wil wel drymaal swemmen. In ‘t waater eerst, daar naa in sausse en dan in wyn.” Met de sterk toenemende aquacultuurproductie die maar al te vaak wordt gekenmerkt door hoge dichtheden en lage stroomsnelheden gaat het met die eerste keer zwemmen echter al vaak mis.

Anders dan de meeste landbouwhuisdieren zijn veel commercieel gekweekte vissoorten van oorsprong atleten die grote afstanden migreren op zoek naar voedsel of paaigronden. Voorbeelden zijn zalmachtigen zoals de Atlantische zalm en regenboogforel, tonijnen en makrelen (*Scombridae familie*) en Yellowtail kingfish (*Carangidae familie*). Cruciale biologische processen hebben plaats tijdens zwemactiviteit. Zwemactiviteit heeft hierdoor een belangrijke positieve invloed op ontwikkeling, groei en seksuele maturatie. De beste zwemmers zullen eten, niet gegeten worden en reproduceren en daarmee bestaat er een zeer sterk verband tussen de fysieke fitness en de Darwiniaanse fitness, ofwel: de fitste vis is de best aangepaste.

Ook de aquacultuur is gebaat bij een fittere vis die geen misvormingen vertoont, die niet snel ziek wordt, die goed groeit en die een kwaliteitsproduct oplevert. Een minder fitte vis kan niet tegen een stootje en grote

problemen ontstaan bij gewenste of ongewenste veranderingen van de kweekcondities. Als we de zalmindustrie als voorbeeld nemen, zien we na het overbrengen van smolts van zoet naar zoutwater sterften van 15% (34 van de 235 miljoen zalmen in 2008!). Deze sterfte wordt veroorzaakt door uitbraken van diverse virale ziekten (IPN, ISA, PD, CMS), zalmluis en diverse hartafwijkingen. Door haar gezondheidbevorderende effecten zou implementatie van zwemactiviteit in de aquacultuur een natuurlijke, niet invasieve en economische manier kunnen zijn om een robuustere vis te kweken die veel beter bestand is tegen zijn nieuwe omgeving. Zwemmen zou de groei, de vleeskwaliiteit en het welzijn kunnen bevorderen en vertegenwoordigt daarmee een potentiële manier waarbij het belang van de producent en het belang van de consument hand in hand kunnen gaan. Wat let ons nog om deze weg in te slaan?



Twee grote en twee kleine zwemtunnels voor zwemexperimenten en zuurstofverbruikregistratie bij IMARES in Yerseke in samenwerking met de Leiden Universiteit.

Voordelen van zwemmen voor de aquacultuur

In juni 2010 heb ik als post-doc aan de Universiteit van Barcelona samen met Dr. Josep Planas de FitFish workshop georganiseerd. Deze workshop had tot doel om een multidisciplinaire groep onderzoekers bij elkaar te brengen, die ieder vanuit de eigen discipline het zwemmen van vissen bestudeert. Zestien internationale experts uit Europa, Noord-Amerika en Japan werden uitgenodigd om hun onderzoek te presenteren over de migratie van vissen in hun natuurlijke omgeving, de positieve effecten van zwemactiviteit en toepassingsmogelijkheden voor de aquacultuur. Achtentachtig onderzoekers droegen bij door posterpresentaties en een ronde tafel discussie. De FitFish website (<http://www.ub.edu/fitfish2010>) telt sindsdien al meer dan 18.000 hits. Wat algemeen kon worden geconcludeerd is dat zwemactiviteit bij optimale zwemsnelheden positieve effecten heeft die van groot belang kunnen zijn voor de aquacultuur:

ub.edu/fitfish2010) telt sindsdien al meer dan 18.000 hits. Wat algemeen kon worden geconcludeerd is dat zwemactiviteit bij optimale zwemsnelheden positieve effecten heeft die van groot belang kunnen zijn voor de aquacultuur:

- Stimulatie voedingsefficiëntie, groei en spiermassa;
- Veranderingen in spiersamenstelling leidende tot hogere vleeskwaliteit;
- Afgenomen mortaliteit door toegenomen robuustheid;
- Toegenomen welzijn door lagere stress;
- Beter functionerend immuunsysteem en betere ziekteresistentie;
- Controlemogelijkheden van de reproductie.

Verder onderzoek naar de specifieke soorten waarvoor deze positieve effecten opgaan is dringend nodig. Bij deze soorten is het belangrijk de optimale zwemsnelheden te bepalen tijdens hun diverse leeftijdsfasen. Voor de echte zwemmers, waarvoor deze data al grotendeels bekend zijn, kan een volgende stap worden gezet: ontwikkelen van zwemprotocollen, aanpassingen aan systemen en ontwikkeling van voer voor atletische aquacultuursoorten.

Soorten

Positieve effecten van zwemactiviteit zijn met name aangetoond voor de notoire zwemmers. Bij gebrek aan zwemactiviteit lijden zulke actieve soorten al snel aan obesitas met aanzienlijke vetafzetting rond het maagdarmkanaal. Voor deze actieve soorten leidt optimale zwemactiviteit tot sterke stimulering van spiergroei. Deze body building kan leiden tot groeiverbetering tot wel 40%. Bovendien zal de witte spier, de toekomstige filet, gaan bijdragen aan het verrichten van zwemactiviteit hetgeen leidt tot veranderingen in samenstelling; structuur, smaak en vetpercentages zouden kunnen toenemen. Bovendien kan

de filet minder snel onderhevig worden aan afbraakprocessen. Kortom: optimale zwemactiviteit voorkomt obesitas en leidt tot meer spiermassa die ook nog eens van superieure kwaliteit is. Vleeskwaliteit is van extra belang voor de filet- en sushimarkt. Maar ook andere vissoorten die niet direct bekend staan om hun actieve levensstijl (tilapia, meerval, snoekbaars, etc) kunnen baat hebben bij zwemactiviteit zolang het zwemprotocol wordt aangepast aan de specifieke behoeften. Niet voor alle soorten zal dit resulteren in groeistimulatie maar kan toch tenminste bijdragen aan het welzijn van de vis en verrijking van de leefomgeving.

Optimale zwemsnelheden

Van groot belang is dat de zwemsnelheden optimaal moeten zijn voor de specifieke soort en grootte. Bij te lage snelheden gaat veel energie verloren tijdens spontaan gedrag. Lage zwemsnelheden kunnen zo zelfs stressvol zijn en kunnen leiden tot toename van agressief gedrag. Te hoge snelheden leiden juist tot stress, toenemende spierverzuring, vermoeidheid en uiteindelijk

uitval. De optimale zwemsnelheid is de snelheid waarbij de vis energetisch het meest efficiënt zwemt. De vis wordt hierbij gedwongen om de beschikbare energie in het zwemmen te steken (en dus komt een maximum aan energie beschikbaar voor spiergroei) zonder dat vermoeidheid optreedt. Aannemelijk is dat dit de snelheid is waarbij positieve effecten optreden.

Zwemprotocollen

Zwemmers als zalm- en tonijnachtigen zullen gebaat zijn bij continue zwemactiviteit aangezien ook hun natuurlijke leefstijl daardoor wordt gekenmerkt. Niet continue zwemmers zullen meer gebaat zijn bij protocollen waarin voor kortere perioden gezwommen wordt bij hoge snelheden. Door zulke sprintprotocollen wordt veel specifiek de witte spier getraind. In ons onderzoek naar de zwemcapaciteiten van zebravis hebben we ze wel laten zwemmen bij optimale snelheden maar voor kortere perioden. Het zebravisje vervangt tegenwoordig op grote schaal muis en rat als model maar ook als vismodel in de aquacultuur wint het aan populariteit. Zebravis

kan zeer snel zwemmen tot wel 18 keer zijn eigen lengte (lengte 3-4 cm, snelheden tot 55 cm/s). De optimale snelheden liggen bij 40 cm/s. Door een zwemprotocol toe te passen waarbij zebravisjes 6 uur per dag zwommen bij deze snelheden, en dat gedurende 5 dagen per week en 4 weken lang, vonden we een groeitoename van meer dan 40% ten opzichte van vissen die gedurende deze periode niet hadden gezwommen.



Zwemmende Yellowtail kingfish bij SILT in IJmuiden.



Het FitFish logo.

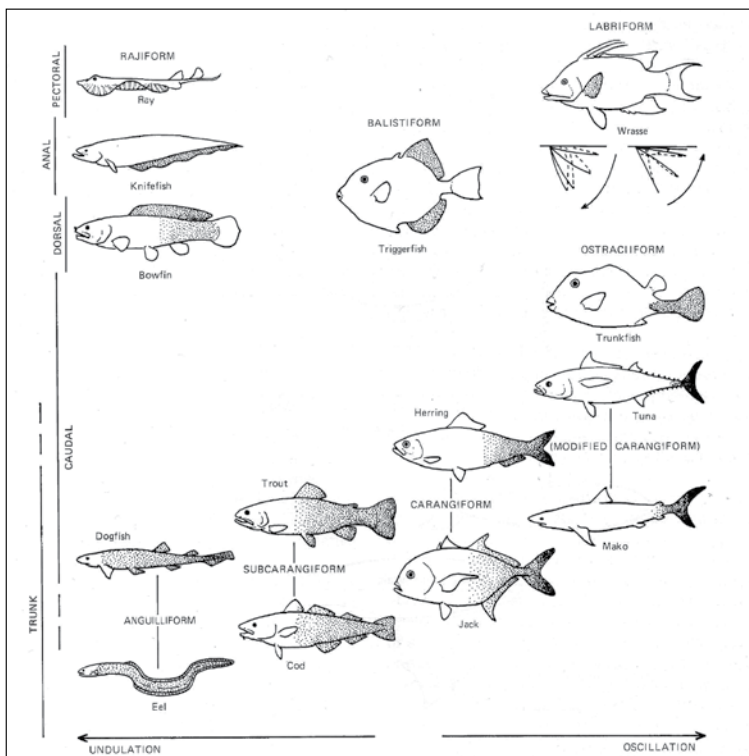
Systemen en voeders

RAS en doorstroomsystemen zullen mogelijk moeten worden aangepast of nieuw ontworpen worden zodat de zwemactiviteit kan worden geïnduceerd. Dat kan door een waterstroom te creëren met pompen of gebruikmakend van de zwaartekracht waar-

tegen vissen in moeten zwemmen of gebruik te maken van de zgn. "optomotor respons" van vissen. De optomotor respons is de aangeboren neiging om een lichtbron te volgen. Voor het opwekken van de optomotor respons is de technologie reeds ontworpen en positief getest op zalmachtigen. Zelfs robotvissen worden sinds kort gemaakt en bestudeerd of ze kunnen worden ingezet om een school vissen te leiden. Uiteindelijk bestaat er dan ook nog zoiets als 'exercise-in-a-pill' waarbij stoffen als AICAR en metformine op spiercelniveau een zelfde effect hebben als spiercontractie.

De atletische vissen van de toekomstige aquacultuur zullen andere

brandstofbehoeften hebben dan hun rustende soortgenoten. Het dieet zal aan deze behoeften moeten worden tegemoet gekomen. Welke brandstof door de vis wordt verbruikt hangt af van diverse factoren zoals erfelijke factoren, grootte, de voedingsstatus, de reproductieve status, trainingseffecten, temperatuur en zuurstofgehalte. Uit economisch oogpunt erg interessant is dat zwemactiviteit het gebruik van goedkope koolhydraten in het dieet als brandstof kan bevorderen terwijl de proteïnen gespaard worden voor spiergroei en dus voor het uiteindelijke product. Echter, naast de verhoogde metabolische dieetbehoeften zal er



Zwemstijlen en het gebruik van het lichaam bij het zwemmen (Videler, 1993: Fish swimming).

door de verhoogde productie ook sprake zijn van verhoging van zuurstofbehoefte, verhoogde uitstoot van koolstofdioxide en veranderde productie van faeces. Hiermee zal rekening gehouden moeten worden gehouden bij de systeemaanpassingen.

De toekomst

Op dit moment heeft IMARES twee projecten lopen op het gebied van zwemactiviteit: Zebravis als nieuw model voor door-zwemmen-geïnduceerde skelet- en hartspiergroei en immuun functioneren (SWIMFIT) en het verbeteren van de kwaliteit van Yellowtail kingfish o.a. door zwemactiviteit (KING KONG) in samenwerking met SILT BV en Trouw Nutrition Nederland BV. Dr. Josep Planas en ik zijn editors van het boek "Swimming Physiology of Fish" dat deze zomer gepubliceerd zal worden. Dit boek geeft een uitgebreid overzicht over waar we nu staan met onze kennis. Het zal kunnen bijdragen aan het verder ontwikkelen van technieken voor stimulatie van zwemactiviteit om de productie van vis, ook in Nederland, te verbeteren. Nieuwe projecten kunnen in nauwe samenwerking met aquacultuurbedrijven worden opgezet en zullen zich moeten richten op soortspecifieke effecten, met name de gevolgen voor spiergroei en filetkwaliteit, optimale zwemsnelheden, zwemprotocollen, systeem- en dieetaanpassingen. Deze bedrijven betreffen zowel kwekerijen als systeembouwers

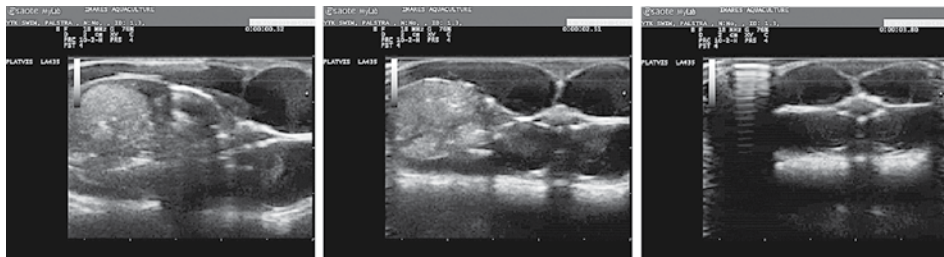
en voerproducenten. Deze aanpak kent alleen winnaars en geen verliezers.

Verdere informatie

- Fish Physiology and Biochemistry Volume 37 / 2011. Special edition of the FitFish Workshop on the Swimming Physiology of Fish (Palstra AP and Planas JV eds.).
- Palstra AP, Tudorache C, Rovira M, Brittijn B, Burgerhout E, van den Thillart GEEJM, Spaik HP, Planas JV (2010) Establishing zebrafish (*Danio rerio*) as a novel exercise model: Swimming economy, swimming-enhanced growth and regulation of muscle growth marker gene expression. PLoS ONE 5(12): e14483.
- Magnoni LJ, Vraskou Y, Palstra AP, Planas JV (2012) Effects of agonist-induced activation of AMP-activated protein kinase (AMPK) on glucose uptake by brown trout (*Salmo trutta*) myotubes. PLoS ONE 7(2): e31219.

Projectfinanciering

SWIMFIT wordt gefinancierd met een Marie Curie Reintegration Grant van de Europese Commissie met Grant Agreement nummer 303500 aan A.P. Palstra. KING KONG wordt gefinancierd als Visserij Innovatie Platform project door het Ministerie van EL&I dat wordt medegefinancierd door het Europees Visserij Fonds, toegekend aan SILT BV, medeaanvrager Trouw Nutrition Nederland BV, in samenwerking met IMARES (R.J.W. Blonk) en het Animal Breeding and Genomics Centre, Wageningen Universiteit.



Bij IMARES werken we met een echoscoop om de spierontwikkeling van kop tot staart (van links naar rechts) non-invasief te kunnen volgen, in dit geval bij een Yellowtail kingfish.