

Bodybuilders met schubben

Tekst Arno van 't Hoog
Fotografie Bram Bokkers en Arjan Palstra

Een getrainde vis is een fitte vis, kan een adagium worden in het visonderzoek. Want vissen die genoeg zwemmen groeien harder, zijn minder stressgevoelig en beter bestand tegen ziekten. Hoe dat precies werkt wordt langzaam duidelijk.

Lichaamsbeweging is goed voor de gezondheid. Dat is een vaststaand feit uit de medische wetenschap en onderzoek met verschillende proefdieren, zoals muizen en ratten. Fysieke inspanning verbetert allerlei lichaamsfuncties: van spierkracht via uithoudingsvermogen naar minder gevoeligheid voor stress en weerstand tegen infectieziekten. Er zijn zelfs positieve effecten te zien op hersenfuncties en intellectuele prestaties.

Wat geldt voor zoogdieren, is niet automatisch te vertalen naar vissen. Maar visonderzoekers hebben de afgelopen jaren een flinke inhaalslag gemaakt, die laat zien dat vissen geen uitzondering op de regel zijn. Neem het zebravisje, modeldier uit het biomedisch onderzoek. Arjan Palstra, onderzoeker bij IMARES in Yerseke liet een schooltje van zo'n tachtig stuks in een zwemtunnel in stevig stromend water zwemmen; vier weken lang, vijf dagen per week, zes uur per dag.

Zebravis met spierballen

Na afloop vergeleek hij deze getrainde exemplaren met een school van tachtig stuks die dezelfde periode in een zwemtunnel met lichte stroming had doorgebracht. "De getrainde vissen zijn zelfs op het oog gelijk herkenbaar," zegt Palstra. "Ze hebben stevigere rugspieren." Het is vooral spiermassa die de vissen ontwikkelen. Gemiddeld werden exemplaren door deze duurtraining 41 procent zwaarder en ruim vijf procent langer dan hun rustende soortgenoten. De veranderingen zijn af te lezen uit allerlei moleculaire processen: de expressie van genen die zijn betrokken bij de ontwikkeling van spiervezels

gaat duidelijk omhoog. "Bovendien hebben we recent bij zwemmende forel vele nieuwe genen ontdekt die een belangrijke rol spelen in spierontwikkeling."

Voor Palstra is de zebravis een interessant modelsysteem waarmee allerlei fundamentele vragen kunnen worden onderzocht. "In het biomedisch onderzoek speelt deze vis een belangrijke rol. Er is veel over bekend en het genoom is in kaart gebracht. Met mijn onderzoek heb ik laten zien dat het ook een goed model is voor inspanningsfysiologie. Onderzoek aan zwemfysiologie van de zebravis kan zo een brug slaan tussen twee gescheiden onderzoeksgebieden: biomedisch en de aquacultuur."

Robuustere vissen

De positieve invloed van inspanning op groei, gezondheid en welzijn wordt inmiddels ook onderzocht bij Atlantische zalmen die na een zwemtraining van een aantal weken in continu stromend water beter bestand zijn tegen virusinfecties dan ongetrainde soortgenoten. Ze herstellen ook sneller van stressvolle omstandigheden. Bovendien groeien getrainde zalmen beter, iets dat de kwekers aanspreekt.

In de zalmkweek groeien jonge zalmen op in zoet water, voordat ze naar zeewater worden overgebracht. Die overgang is volgens Palstra erg stressvol: "Allerlei ziekten steken dan de kop op zoals infecties met zalmuis. Ook hebben veel zalmen hartafwijkingen. De sterfte die daardoor optreedt kun je tegengaan met exercise. Je ziet bij zalm duidelijke effecten van exercise op groei en weerstand. Inspanning creëert een robuustere vis die beter bestand is tegen plotselinge veranderingen."



Het internationale onderzoek richt zich onder meer op tonijnachtigen zoals de yellowtail kingfish.

Ook bij yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*), een tropische zeevis uit zuidelijke wateren, zijn gunstige effecten te zien. Een lichte verhoging van de stroomsnelheid in combinatie met de juiste watertemperatuur stimuleert de groeisnelheid met zo'n tien procent, lieten onderzoekers uit Nieuw-Zeeland zien. Kingfish wordt tegenwoordig ook in Nederlandse aquacultuur gekweekt. In de bassins van de onderzoeksfaciliteit van IMARES in Yerseke is naast tong en zalm ook flink wat jonge kingfish aanwezig. Palstra: "We hebben hier ook de optimale zwemsnelheid gemeten en het zuurstofverbruik van kingfish in de zwemtunnel. We zijn van plan om zwemgoten te bouwen om zo uitgebreider onderzoek aan kingfish te kunnen doen."

Energie in de spier

Dat zwemmen goed kan zijn voor de groei lijkt op het eerste gezicht een beetje tegenstrijdig. Een vis die moeite moet doen om in een gestage waterstroom op z'n plaats te blijven, verbruikt meer energie dan een soortgenoot in langzaam stromend water. Energie uit het voer kan een vis maar een keer verdelen tussen groei en voortbewegen, een gedwongen zwemspanning lijkt in die balans ongunstig.

Er is geen simpele verklaring waarom dit in de praktijk toch anders uitpakt. Sommige studies wijzen erop dat vissen die meer zwemmen, hun voer efficiënter benutten. Ook dat kan zich vertalen in verbeterde groei. "Onderzoek naar de exacte mechanismen is recent van start gegaan. De spieren van de vis zijn z'n tool om te presteren. Om te

kunnen presteren moet je alle energie in de spier gaan stoppen. Dat heeft consequenties: er vindt groei plaats, body building. De spier kan onder inspanning ook myokines gaan produceren, stoffen die het immuunsysteem zouden kunnen ondersteunen."

Palstra. "Het lijkt erop dat bij de fysieke inspanning de energievoorziening van de vis focust op het zwemmen en de zwemprestatie. De vis heeft als het ware geen mogelijkheid om energie te verspillen aan andere processen. Daardoor wordt het totale energieverbruik efficiënter. Dat is althans mijn hypothese."

Stresshormonen

Zwemgedrag wordt inmiddels ook gezien als een middel om het welzijn van vissen in aquacultuur te verbeteren. Zwemmen is op zich al een verrijking onder deze condities. Zwemspanning blijkt het niveau van stresshormonen en de intensiteit van stressreacties te kunnen beïnvloeden. Palstra: "Als je bij zalmen zwemmers en niet-zwemmers vergelijkt, zie je geen groot verschil in de niveaus van stresshormonen. Totdat je ze blootstelt aan stressvolle situaties of plotselinge veranderingen. Dan blijken de getrainde vissen ook een verhoging van stresshormonen te krijgen, maar ze herstellen veel sneller. Hun fysiologische fitness is hoger."

Daarbij blijken ook 'sociale effecten' een rol te spelen. Zwemmen vermindert onderlinge agressie en daarmee stress. Bij lage stroomsnelheden verbruiken zalmen meer energie door onderlinge agressie. Bij hogere stroomsnelheden is daar geen gelegenheid meer ➤

voor. De focus ligt op zwemmen. De sterke dominante vissen laten de zwakkere soortgenoten met rust.

Goede en slechte zwemmers

Training heeft onder sommige omstandigheden een duidelijk effect op zwemprestaties, groei en weerstand. Interessant genoeg zijn er net zoals bij menselijke atleten, aangeboren verschillen in talent. Chileense en Noorse onderzoekers lieten jonge zalmen een zwemtest doen waarbij ze maximaal moesten presteren. De vissen werden op grond van hun prestaties verdeeld in twee groepen: goede en slechte zwemmers.

Palstra: "Je ziet duidelijk dat de best presterende vissen een betere ziekteverstand en lagere sterfte hebben, dan de vissen die in de zwemtest slecht presteren. Het interessante is dat een deel van de slecht presterende vissen goed reageert op training, terwijl een ander deel er niet beter van wordt."

De oorzaak van die verschillen hoeft niet per se fysiologisch te zijn, zegt Palstra. "Het is nog de vraag waar je in de selectietest op scheidt. Selecteer je op gedragsverschillen, op zwemprestaties of puur op stressbestendigheid. Of gaat dat allemaal samen? Het is eigenlijk geheel onbekend wat precies die verschillen tussen individuen bepaalt."

Gestresst door weinig stroming

Het vertalen van dergelijke inzichten naar concrete omstandigheden in de aquacultuur is volgens Palstra op dit moment de grote uitdaging. Net als de praktische uitvoering: in een kweektank op land kan de waterstroom

makkelijker worden aangepast dan in een grote netkooi die in zee drijft. "De grote vraag is: wat is voor een soort onder kweekomstandigheden de optimale zwemsnelheid en waterstroming? Bij suboptimale snelheden kun je namelijk negatieve effecten krijgen: vissen worden juist gestresst en agressief. Daarom zie je soms van die tegenstrijdige resultaten in experimenten."

Palstra is met de Spaanse onderzoeker Josep Planas

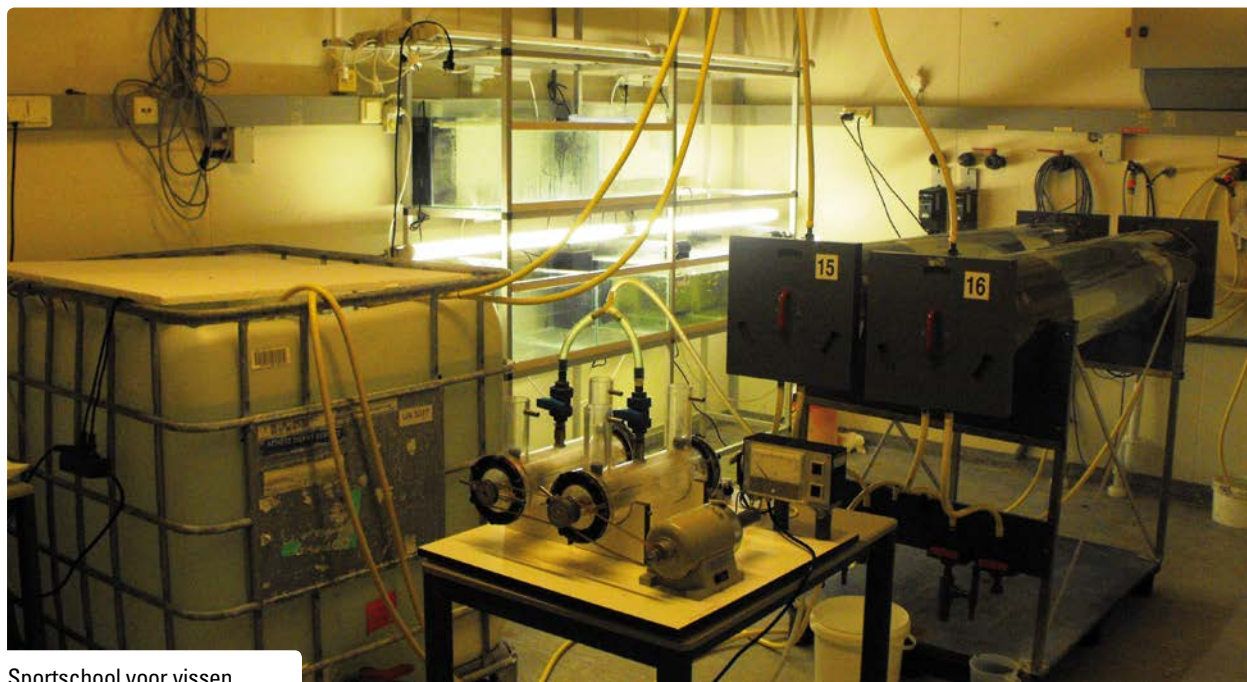
hoofdredacteur van het eind vorig jaar verschenen boek 'Swimming Physiology of Fish'. Dit boek geeft aan de hand van bijdragen van verschillende auteurs een internationaal overzicht van een ontluikend

vakgebied. De bundel volgde op een conferentie in Spanje over het onderwerp in 2010, die Palstra daar als postdoc organiseerde.

Witte spieren worden roder

Het internationale onderzoek richt zich op dit moment vooral op salmoniden, horsmakreelachtigen (zoals kingfish) en tonijnsoorten. Allemaal vissen die bekend staan om hun zwemcapaciteiten en die in de aquacultuur een belangrijke rol spelen. Palstra: "Maar wat ik eigenlijk zou verwachten is dat met het juiste bewegingsregime bij alle vissen vooruitgang geboekt kan worden. Het is alleen zaak het juiste zwemprotocol te vinden. Ik kan me voorstellen dat explosieve vissen die van nature vooral sprinten en rusten een ander regime vragen dan soorten die continu willen zwemmen. Een sprinter zul je geen plezier doen met een duurinspanning. Maar dat alle soorten baat zouden kunnen hebben bij een zwemprotocol is vooralsnog niet meer dan een hypothese."

Zwemmen, fitness en voorplanting linken zwemfysiologie aan natuurbehoud



Sportschool voor vissen.



In het biomedisch onderzoek wordt veel gebruikt gemaakt van zebrafisjes.



Vlees van een getrainde vis hoeft niet per definitie lekkerder te zijn.

Er zijn zoveel condities en soorten; voor elk zal onderzoek moeten uitwijzen wat de optimale is. Daarbij is niet alleen groei belangrijk, maar ook voedselverbruik en uiteindelijk de kwaliteit van de filet. Palstra; "Populair gezegd wordt de witte spier roder. De witte spier gaat steeds meer functioneren als een rode spier. Je krijgt toegenomen bloeddoorstroming en veranderingen in de spiervezel. In z'n algemeenheid werk je aan de verbetering van de fitness, maar bij de ene soort is ziekteverstand een doel, bij de andere groei. En natuurlijk is altijd de vraag: wat zijn de gevolgen voor de kwaliteit van de filet. In de spier gaat van alles veranderen. Misschien levert dat een superieure visfilet, maar misschien is dat ook niet altijd zo, wordt een steviger filet niet lekkerder gevonden."

Zwemmen en natuurbehoud

Het boek 'Swimming Physiology of Fish' behandelt zwemfysiologie in de volle breedte, met hoofdstukken over onderzoek aan de ecologische en evolutionaire rol van zwemmen in het trekgedrag van zalm, tonijn en paling. Want in de vrije natuur geldt voor sommige vissoorten: wie niet fit genoeg is om de trek te volbrengen, zal zich ook niet voortplanten.

Palstra: "Het uitgangspunt was: kunnen we exercise gaan implementeren in de aquacultuur. Maar we wilden ook zwemgedrag en migratie in de natuur bespreken. Dat wilden we aanhouden als referentiekader. Toen kon ik het natuurlijk niet laten om het migratie-onderzoek bij paling mee te pakken."

Palstra promoveerde zeven jaar geleden in Leiden in de groep van Guido van den Thillart op zwemfysiologisch onderzoek aan de paling, een vis die maanden aaneen duizenden kilometers zwemt om z'n paaigronden te bereiken. In zijn promotieproject liet hij paling langdurig zwemmen in zwemtunnels en kon zo de zwemefficiëntie en de fysiologische effecten op de vis in kaart brengen. Zwemmen blijkt een sleutelrol te vervullen in de rijping van geslachtscellen en voortplanting van de paling.

Aal en snoek

Zwemmen, fitness en voorplanting linken zwemfysiologie aan natuurbehoud. Bijvoorbeeld doordat trekvisserij obstakels tegenkomen of een minder goede conditie hebben als ze aan de trek beginnen. Er zijn

bijvoorbeeld allerlei maatregelen genomen om uittrek van schieraal te bevorderen; zo wordt er gestreefd naar een uittrek van 40 procent. Volgens Palstra worden op dit moment enkele belangrijke vragen niet beantwoord. "Wat is de kwaliteit van de wegtrekkende schieraal? Hoeveel kunnen de Sargassozee halen? Kunnen die zich nog voortplanten? Dat is op dit moment nog een black box."

Veel sportvissers merken dat op rivieren grotere en gespierdere vissen voorkomen, variërend van snoeken en snoekbaarzen tot brasems. Maar of dat grootteverschil een gevolg is van zwemtraining in de stroming? Palstra moet er even over nadenken. "Als je een snoek uit de polder neemt of een snoek uit de rivier zul je allicht op spierfysiologisch niveau allerlei verschillen zien. Maar ik denk dat een verschil in grootte vooral samenhangt met het beschikbare watervolume en niet met zwemactiviteit. Er zijn weliswaar stroomminnende vissen die constant in de stroming liggen, maar de meeste soorten zoals snoek en brasem, zoeken toch de luwte op. In dat opzicht verschillen ze niet van vissen die leven in langzaam stromende of stilstaande wateren." **V**

Geraadpleegde Literatuur

- Castro, V. et al. (2013) Disease resistance is related to inherent swimming performance in Atlantic salmon. *BMC Physiology* 13: 1.
- Palstra AP. et al. (2010) Establishing Zebrafish as a Novel Exercise Model: Swimming Economy, Swimming-Enhanced Growth and Muscle Growth Marker Gene Expression. *PLoS ONE* 5(12): e14483.
- Palstra, AP (2013) Deep RNA sequencing of the skeletal muscle transcriptome in swimming fish. *PLoS ONE* 8(1): e53171
- Palstra, AP. & Planas, JV. (Eds.) *Swimming Physiology of Fish – Towards Using Exercise to Farm a Fit Fish in Sustainable Aquaculture*. Springer-Verlag Berlin and Heidelberg GmbH & Co. 2013 ISBN: 3642310486