

Bepaling van de optimale zwemsnelheid van paling

## Het acuut stressyndroom

Auteur: Dr.Ir. Vincent van Ginneken, Biologie, Rijksuniversiteit Leiden.

Voor palingsoorten is een algemene karakteristiek de extreem lange flexibele lichaamsstructuur welke de basis vormt voor zijn karakteristieke aalachtige (*anguilliform*) manier van voortbewegen waarbij lichaam en staart bewegen. Dit in tegenstelling tot de 'conventionele' manier van voortbewegen, zoals bij salmoniden, karper of tilapia gebeurt, die vooral vinnen ('appendages') gebruiken voor de voortbeweging. Het doel van deze studie (1) was om te kijken tot welke zwemsnelheid paling kan zwemmen zonder uit homeostase te geraken of zonder dat het anaëroob metabolisme geactiveerd wordt. Deze studie was een voorstudie op een geplande 6000-km proef in zwemtunnels waarover later gerapporteerd zal worden.

### Zwemtunnel en proefopzet

In figuur 1 is de zwemtunnel afgebeeld waarin de experimenten zijn uitgevoerd met rode paling (120 g, 40 cm = 1 Body-length, BL) uit een kwekerij. De tunnel heeft een lengte van 170 cm, een buitendiameter van 28.8 cm en een binnendiameter van 19.0 cm. Aan het begin van de tunnel is een buizenconstructie van PVC geplaatst met een lengte van 60 cm om een laminair waterstromingsprofiel te verkrijgen. Aan het eind vlak voor de propeller is eveneens een PVC-conditioner geplaatst van 20 cm. In deze eerste versie van de Blazka zwemtunnel is het zwemcompartiment voor de vis 90 cm. In de 22 andere tunnels die later gebouwd zijn voor volwassen schieraal is dit 115 cm. Een prikkelschot van gewikkeld zilverdraad met een dikte van 1 mm waar een spanning van 10 volt op staat (sinusoïde piek met een frequentie van 1 keer per seconde) is vlak voor de propeller geplaatst om er zeker van te zijn dat de vissen niet rusten. Indien een vis stopt met zwemmen kan hij door de experimentator via een spe-

ciale klep aan het uiteinde van de tunnel eruit worden gehaald om direct verdoofd en bemonsterd te worden. De zwemtunnel is gekalibreerd met een Laser-Doppler methode bij het Waterloopkundig Laboratorium, TU-Delft. Groepen dieren blootgesteld aan zwemsnelheden van 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2.0, 2.5 and 3.0 Body-lengths (BL)/sec.

### Het 'Acuut stressyndroom'

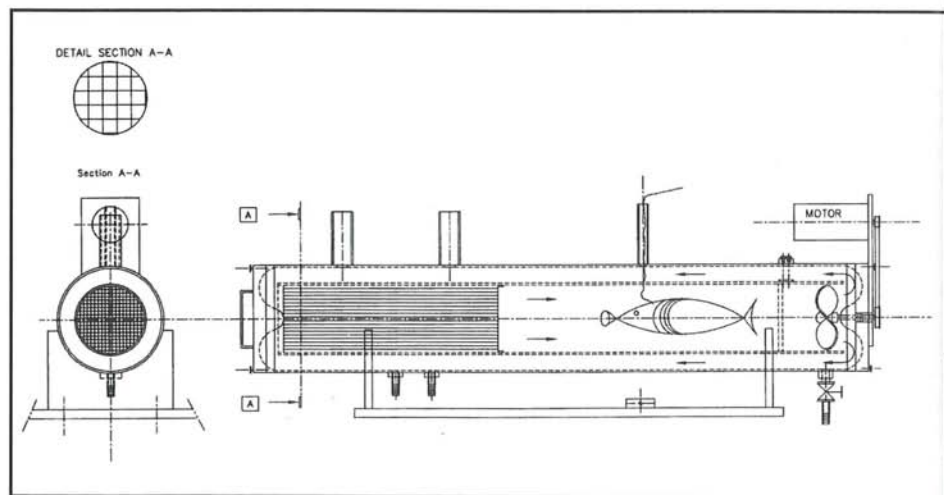
De volgende parameters werden gemeten. Hematocriet, hemoglobine, plasma glucose, plasma cortisol, plasma vrije vetzuren (FFA), en de ionen natrium, kalium, chloor. De eerste parameters (aantal rode bloedcellen) geven aan of het dier gezond is en uit de ratio kan het celvolume van de rode bloedcel worden berekend wat onder andere onder invloed staat van de stresshormonen adrenaline en noradrenaline. Het stresshormoon cortisol is een primaire indicator voor stress; glucose, lactaat en kalium daarentegen zijn meer secundaire stress parameters waarbij de glucose spie-

gel onder invloed staat van een andere categorie stresshormonen catecholamines (adrenaline en noradrenaline). FFA werden gemeten omdat vissen vooral de vetstofwisseling gebruiken bij matige zwemsnelheden om de rode spier aan te sturen. Kalium is een interessante parameter omdat bij een tekort aan energie (ATP) de ionenpompen over de cellen (Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-pomp) niet meer werken en er Kalium naar buiten de cel lekt. Gek genoeg bleven de dieren volledig in homeostase voor een periode van 6 uur tot een zwemsnelheid van 2 BL/sec. Alleen bij de hogere zwemsnelheden 1.5 en 2.0 BL/sec daalde het gevormde lactaat licht omdat deze afvalstof als substraat kan dienen. Uit onderzoek blijkt dat tot 80% van het gevormde lactaat weer in de spiermassa wordt hergebruikt. Boven 2.5 BL/sec vielen de dieren op onregelmatige tijdstippen uit. Het is logisch dat dit niet op 1 vast tijdstip plaatsvindt omdat er een individuele spreiding is in anaërobie capaciteit van de dieren. Gemiddeld genomen vertoonde deze groep een stijging van de lactaatspiegel in het bloed met 860%, een stijging van

glucose met 311%, en een stijging van plasma Kalium met 160%. De dieren zijn duidelijk uit homeostase, het anaëroob metabolisme is sterk geactiveerd en de dieren stoppen met zwemmen. We hebben deze fysiologische veranderingen die plotseling optreden 'het acuut stressyndroom' genoemd.

### Zwemsnelheid naar de Sargasso Zee

Wat is nu de feitelijke oorzaak voor het stoppen met zwemmen. Uit een ander <sup>31</sup>P-NMR (<sup>31</sup>-fosfor-nuclear magnetic resonance) experiment (2) zijn forellen en karper uitgeput in een tunnel en zijn naar herstelprocessen in spierweefsel gekeken. Dit is onderzocht omdat uit de praktijk blijkt dat na extreme zwemarheid van vissen (hengelsport, bijvangst zeevisserij, hanteer stress aquacultuur) vaak 50% van de dieren overlijdt. Uit deze proef blijkt dat de oorzaak niet ligt in een te verre daling van de intracellulaire pH in de spiercellen (wat tot nu toe werd aangenomen), maar vooral door een te sterke uitputting van de energierijke verbindingen (ATP, Creatinephosfaat)



Figuur 1: Blazka zwemtunnel, de tunnel bestaat uit een buitenbuis een binnenbuis en een rotor,

waarna er geen herstel meer optreedt. Resultaten van deze proef zullen in de toekomst eveneens in dit blad gepresenteerd worden. We kunnen uit de hier beschreven studie concluderen dat de optimale zwemsnelheid van paling tot 2 BL/sec is. Deze studie toont aan dat de aalachtige manier van voortbewegen vooral geschikt is voor lange afstanden bij lage zwemsnelheden. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld salmoniden die kortstondige 'burst' activiteit kunnen vertonen tot 10-11 BL/sec. Natuurlijk moet de proef herhaald worden met schieraal omdat dit in feite de migrerende vorm is. Voor de uiteindelijke zwemprouven van 6 maanden over 6.000 km hebben we uiteindelijk (mede op deze resultaten gebaseerd) voor een zwemsnelheid van 0.5 BL/sec gekozen. Dit is mede gebaseerd op de berekening dat een dier van 60 cm bij een 0.5 BL/sec 25.9 km per etmaal aflegt. De 6000 km naar de Sargasso zee zou kunnen worden afgelegd in 232 dagen wat ongeveer overeenkomt met 6.5 maand. Deze gegevens kloppen met veldobservaties

waarbij de ouderdieren in het najaar de kusten van Europa verlaten en de larven 6 maanden later in de Sargasso Zee worden gevonden.

### **Dankbetuiging**

Deze studie was gebaseerd op een subsidie van het ministerie van LNV en de Technologiestichting (STW) projectnummer LBI66.4199. Ir.J.van Rijsingen (Royaal BV, Helmond) was medesponsor en lid van de gebruikerscommissie.

### **Literatuur**

- 1) V. van Ginneken, V.; Balm, P.; Sommandas, V.; Onderwater, M.; van den Thillart, G. Acute stress syndrome of the yellow yellow European eel (*Anguilla anguilla* Linnaeus) when exposed to a graded swimming-load. Neth.J.Zoology, in press.
- 2) V. van Ginneken, T. Sundermeier, R. Boot, K. Coldenhoff, J. Hollander, F. Lefeber, G. van den Thillart 'Why do fish die after severe exercise?' A question revisited using *in vivo*  $^{31}\text{P-NMR}$ . *Am.J.Physiol.* submitted.