

Het Franse Aalonderzoek

door Vincent van Ginneken

De eerste twee weken van april was ik te gast op het Muséum National d'Histoire Naturelle te Parijs op de afdeling Fysiologie. De Fransen hebben een lange traditie in het palingonderzoek. Voor vis-endocrinologen en -fysiologen zijn namen als Fontaine (senior en junior), Olivereau, Burzawa-Gerard, Querat en Dufour bekend van het wetenschappelijk werk dat ze gepubliceerd hebben. Ik had een interview met Dr. Sylvie Dufour, onderzoeksleidster van het palingonderzoek.

1) *Waarom werken speciaal de Fransen met de paling als onderzoeksmodel?*

"In Frankrijk is er een lange traditie met paling. In het noorden van Frankrijk en België hebben de vissers voor generaties gevestigd op migrerende schieraal. In het noorden van Frankrijk kun je een speciaal gerecht in restaurants kopen genoemd 'Anguille a vert' (paling in het groen). Langs de westkust is de traditionele glasaal vangst belangrijk. Een deel van deze vangsten wordt in vijvers uitgezet in Noord-Frankrijk. Verder wordt in de grote rivieren zoals de Loire en de Seine gevestigd op rode en zilveaal met speciale vangstapparatuur. In het zuiden van Frankrijk langs de Middellandse Zee heb je grote vijvers met zoet en brakwater waar paling op een extensieve manier geteeld wordt net als in Italië."

2) *Is het onderzoek geconcentreerd op de voortplanting van paling of ook op andere aspecten van de fysiologie?*

"Wij werken niet alleen op het gebied van de reproductie van de paling. Wij doen ook onderzoek naar de regulatie van de groei en metamorfose, het calcium metabolisme

omdat er een link is met de reproductie (het calcium nodig voor de vitellogenese (=inbouw dooiermateriaal, red.) moet ergens vandaan komen dus is er een interactie met het botmateriaal), osmoregulatie, stress, en veldstudies van natuurlijke populaties. In de veldstudies kijken wij en andere Franse groepen naar populatiedynamica en ecologische interacties.

De veldstudies in de Rijn begonnen met de enorme milieuvervuiling door Sandoz (Zwitserland) in 1985. Dit resulteerde in een bijna volledige uitroeiing van onder andere de aalpopulatie in de Rijn. Sindsdien doen we onder andere studies naar een herintroductie van paling in de Rijn door met oxytetracycline gelabelde glasaal uit te zetten en de groei te volgen."

3) *Is de aquacultuur en kweek van paling belangrijk in Frankrijk?*

"Er is geloof ik één kwekerij met recirculatiesystemen. De traditionele teelt blijft toch belangrijk. Voor 1991 werd in Frankrijk de totale productie op 3500 ton geschat waarvan 500 ton glasaal productie was."

4) Welke vissoorten zijn het meest belangrijk voor de aquacultuur in Frankrijk?

"De aquacultuur is niet zo sterk ontwikkeld in Frankrijk. Er is altijd een competitie om de kust voor havens en hotels te gebruiken in plaats van voor kwekerijen. De teelt van oesters is vooral belangrijk, verder hebben we wat forellen en zalmkweek, wat kweek van karpers en een kwekerij voor tarbotlarven. In het zuiden is vooral de teelt van zeebaars en zeebrasem belangrijk."

5) Wat zijn de belangrijkste obstakels voor de reproductie van paling?

"Erg simpel, het gebrek aan kennis. Voor de reproductie van andere vissoorten moet alleen het laatste deel van de gametogenese (=vorming van geslachtsproducten, red.) ontwikkeld worden, voor paling moeten we de gehele voortplantingscyclus induceren. Er is een beperkte ontwikkeling van de gonade (=geslachtsorgaan, red.) als de palingen naar zee migreren. Maar als we deze palingen in aquaria houden is er geen verdere ontwikkeling van de gonade. Hieruit kunnen we concluderen dat maturatie bepaald wordt door externe factoren die de dieren ondervinden tijdens hun migratie. We hebben nog steeds geen model voor maturatie. Wordt de ontwikkeling van de gonade veroorzaakt door diepzee druk, lage temperatuur, arbeid? Verder weten we nog steeds niet de exacte locatie van de paaigronden. Waarom gaan de dieren nog steeds naar de veronderstelde Sargassozeë. Is er iets nodig uit dit gebied voor reproductie bijvoorbeeld een bepaald chemische substantie?"

In het laboratorium hebben we aangetoond dat in het schierstadium er een prepuberale blokkade is op het neuro-endocrien niveau. Allereerst is er een tekort van gonadotropin-releasing hormoon (GnRH) op het niveau van de hypothalamus en verder is er een inhibitie door dopamine. Beide factoren zijn verantwoordelijk voor

het gebrek aan productie van gonadotropine uit de hypofyse (GTH) resulterend in een onrijpheid van de gonade. Wij hebben op dit moment de enzymen gekloond die verantwoordelijk zijn voor de regulatie van dopamine en we hopen in de toekomst de blokkade door dopamine op te heffen. Verder werken we op dit moment in plaats van met de traditionele karper of zalm hypofyse-extracten met cocktails van testosteron, oestradiol en cortisol voor de kunstmatige afrijping van paling. Wij willen onderzoeken of deze cocktails de dopamine afgifte beïnvloeden. Bij forel hebben onderzoekers in de dopaminerge neuronen receptoren gevonden voor oestradiol en cortisol dus dit kan een aanwijzing zijn dat deze hormonen betrokken zijn bij de dopamine regulatie."

6) De Japanners claimen al dat ze leptocéphali larven op bepaalde voeders kunnen laten opgroeien tot glasaal. Lopen we in Europa niet achter?

"De Japanners hebben wel meer zaken geclaimd die achteraf niet klopten. Zo beweerden ze enkele jaren geleden dat ze de paaigronden van de Japanse paling bij de Filippijnen hadden ontdekt (Tsukamoto, 1992) maar sindsdien zijn er enkele jaren achter elkaar expedities geweest om larven te vangen zonder enig resultaat. Mijn indruk is nog steeds dat we sinds het begin van de jaren zeventig met het verkrijgen van larven via hypofyse extracten (Yamamoto en Yamandi, 1974; Yamauchi et al., 1976) nog niet verder opgeschoten zijn. Er wordt een enorme hoeveelheid dieren ingespoten en incidenteel is er succes. Onze indruk (Burzawa-Gerard & Dufour, red.) is dat er allereerst een voorselectie van de ouderdieren moet plaatsvinden.

Uit ons onderzoek blijkt een enorme individuele variatie tussen ouderdieren in respons op oestradiol. Deze voorselectie kan een hoop werk besparen. Wat je vraag betreft, indien het gaat om de opgroei van

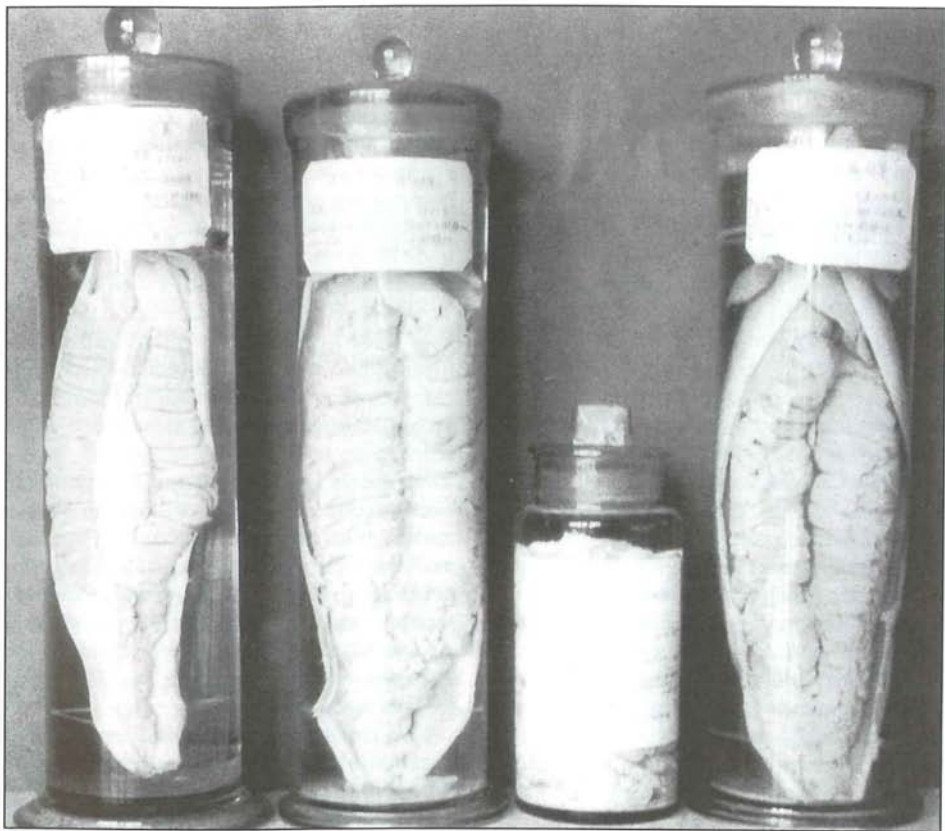
leptocephali larven die verkregen zijn via hormoonoediening tot glasaal zou het een doorbraak zijn maar er wordt ook veel onderzoek gedaan met op zee gevangen leptocephali larven."

7) Wat was het meest opwindende onderzoek waar je aan werkte tijdens je carrière als onderzoekster?

"Ik waardeer het het meest wanneer een hypothese tegen gangbare theorieën en ideeën ingaat en uiteindelijk toch blijkt te kloppen. Bijvoorbeeld toen we demonstreerden dat GnRH in paling voorkomt in een vorm zoals bij zoogdieren en niet een vorm zoals gevonden wordt bij de zalm.

Sindsdien is deze zoogdiervorm van GnRH bij vele vissoorten en amfibieën ontdekt. Een andere ontdekking waar ik blij om ben is de ontdekking in ons laboratorium dat cortisol niet alleen een stresshormoon is maar dat het in paling mogelijk ook een rol speelt in de reproductie. Cortisol speelt waarschijnlijk een positieve rol in de puberale stimulatie van gonadotropine wanneer het dier gaat vasten en schier wordt. Verder speelt cortisol vermoedelijk een rol tijdens de mobilisatie van energie van lichaamsvoorraden naar migratie activiteit en groei van de gonade.

Een ander opwindend onderzoeksproject was in samenwerking met Fontaine (ju-



◆ *Figuur 1: Gonaden van met hormooninjecties afgerijpte paling (bron: Usui 1991).*

nior) en het oceanografisch instituut in Monaco. Er zijn enkele aanwijzingen dat schieraal op grote diepte migreert. Allereerst is er een migrerende schieraal geobserveerd met de 'Alvin' onderzeeër bij de Bermuda eilanden op 2000 meter diepte. Verder vertonen schiere dieren alle typen van veranderingen die het best kunnen worden gekarakteriseerd als aanpassingen aan de diepzee. De ogen vergroten en er worden nieuwe retinale pigmenten gevonden die ook bij diepzeevissen worden gevonden.

We hebben dus gekeken of druk de maturatie hormonen beïnvloed. Hiertoe werden kooien met schieraal afgezonken tot op grote diepte in de Middellandse Zee. De eerste keer gaven we de dieren geen tijd zich aan te passen aan de grote druk en toen we na enkele weken de kooien ophaalden waren de dieren gestorven en vonden we alleen wat graten. Tijdens een andere poging waren we succesvol. We toonden aan dat schieraal (mannetjes en vrouwtjes) in staat waren om een 3 maanden durende periode op 1650 meter diepte te overleven na een aanpassingsperiode van 1 maand op 800 meter. In twee onafhankelijke experimenten toonden we aan dat de GTH 11 (=gonadotropine) niveau's in de hypofyse 27-voudig verhoogd waren. Echter blootstelling aan de diepzee leidt maar tot een beperkte groei van het ovarium. Daarom zijn andere factoren ook belangrijk.

Het zou een doorbraak zijn indien we een afrijpende migrerende schieraal in de oceaan zouden vangen en de hormoonniveau's in het dier konden analyseren. Met deze informatie zouden we beter in staat zijn om hormoon doseringsregimes voor de kunstmatige afrijping van dieren op te stellen. Ik denk dat we in de toekomst ons moeten concentreren op hoge druk experimenten in combinatie met zwemactiviteit. Deze zouden bij lage temperatuur

moeten plaatsvinden. De Deense onderzoekers Boëtius & Boëtius beweerden dat ontwikkeling van de gonade niet plaatsvindt beneden de 15 graden Celsius maar de combinatie van hoge druk en lage temperatuur kan vermoedelijk thermodynamisch op de lange termijn effecten hebben op enzym patronen."

8) Op wat voor termijn verwacht je een doorbraak in de reproductie van paling en aan wat voor voorwaarden moet worden voldaan of wat voor problemen moeten worden opgelost voordat dit het geval is?

"Voor een doorbraak moeten aan drie voorwaarden worden voldaan: Allereerst, meer kennis. Zoals ik al noemde zou de vangst van een migrerende schieraal in de oceaan een doorbraak zijn, of de exacte locatie van de paaigronden. Ten tweede, experimenten waarin omgevingsfactoren bestudeerd worden zoals de zwemexperimenten die je groep in Leiden uitvoert of de experimenten met kooien met schieraal in de Middellandse Zee die we enkele jaren geleden hebben uitgevoerd. Ten derde, in Taiwan en Japan worden door kwekers zeer veel kunstmatige hormoon toevoeringsexperimenten uitgevoerd om de dieren af te rijpen maar een wetenschappelijke benadering ontbreekt.

Een enkele keer krijgt men larven en is men succesvol en de larven blijven enkele weken in leven maar als je dan vraagt hoe ze het experiment uitgevoerd hebben dan blijkt dat ze niet alle parameters genoteerd hebben zoals het exacte stadium van de (kwekerij) ouderdieren aan het begin van het experiment etc."

9) Op wat voor werk zal de Franse groep zich in de toekomst concentreren?

"De reproductie van de paling. Op dit moment bestuderen we de reproductie van de Conger aal. Deze soort is nauw verwant

aan de Europese paling maar ze kunnen afrijpen in gevangenschap. We zullen kijken naar hormoonpatronen van afrijpende Conger paling om deze toe te passen op de Europese paling.

Verder zullen we studies met paling uitvoeren op het gebied van groei, metamorfose, puberteit, veldstudies en neuro-endocrinologie."

Referenties:

- Tsukamoto, K. 1992. Discovery of the spawning area for Japanese eel. *Nature* 356:789-791.
- Yamamoto, K.; Yamauchi, K. 1974. Sexual maturation of Japanese eel and production of eel larvae in the aquarium. *Nature* 251:220-221.
- Yamauchi, K.; Nakamura, M.; Takahashi, H.; Takano, K. 1976. Cultivation of larvae of Japanese eel. *Nature* 263:412.
- Usui 1991, *Eel Culture*, ISBN 0-85238-182-4, 148 pp.