



Een bijzondere vissoort

Baanbrekend onderzoek voortplanting aal

Tekst: Vincent van Ginneken
Fotografie: Bie Muusze (Toonbeeld),
Herman Berkhout,
Jos Onderwater,
Onno Terlouw.

Wereldwijd trachten wetenschappers het mysterieuze leven van de aal te ontrafelen. Onlangs promoveerde Vincent van Ginneken op een onderzoek naar de migratie van de Europese paling. Tijdens zijn onderzoek is ondermeer gefilmd hoe hormoonbehandelde palingen in gevangenschap afpaaïen. “Dit soort experimenten moet ons in de toekomst een stap dichterbij de voortplanting van de Europese paling in gevangenschap brengen.”

Creatieve ideeën worden soms op een vrijdagmiddag vlak voor het weekend geboren. Zo valt het me op dat in een klein betonnen vijvertje in de toegangshal van het Gorlaeus laboratorium van de Universiteit Leiden, tussen goudvissen en Koi's, twee polsdikke palingen huizen. Verder staat bij ons op de afdeling Dierfysiologie een zwemtunneltje dat nog dateert uit een oud zalmenonderzoek in Canada.

Het verhaal van de Sargassozee als mogelijk paaigebied van de Europese paling is mij bekend van de studie Visteelt uit Wageningen en op een vrijdagmiddag heb ik een paling uit de vijver gevangen en in de zwemtunnel geplaatst. Tot onze verwondering blijft het dier zes maanden zwemen en legt in die tijd een afstand van ongeveer 6.000 kilometer af. Dit is voor dr. Guido van den Thillart en ondergetekende reden om de zaak op

te schalen en subsidie aan te vragen bij de Stichting Technische Wetenschappen en de Europese Unie.

Terugloop palingstand

Diverse kranten en tijdschriften hebben inmiddels aandacht besteed aan de sterke achteruitgang van de paling. Ook de sombere berichten van onderzoeker Willem Dekker van het voormalige RIVO, waarin wordt aangegeven dat de natuur-

lijke intrek van glasaal bij Den Oever ieder jaar minder werd, blijft niet onopgemerkt¹. Figuur 1 laat zien dat de intrek van glasaal in Europa sterk daalt. Dat dit niet alleen geldt voor de Europese soort (*Anguilla anguilla*), maar ook voor de Amerikaanse (*Anguilla rostrata*) en de Japanse paling (*Anguilla japonica*) laat figuur 2 zien. Sinds de jaren 80 van de vorige eeuw bedraagt de daling 90 tot 99 procent⁸.

Als mogelijke oorzaken voor de terugloop van de palingstand worden genoemd: overbevissing², opwarming van de aarde⁵, de zwemblaasparasiet *Anguillicola crassus*⁴, tekort aan voedsel in het binnenwater resulterend in onvoldoende vetvoorraden voor de transatlantische migratie en tenslotte toxische PCB's, die zouden vrijkomen uit het vetweefsel gedurende de migratie. Later ontdekken we dat ook palingvirussen een rol kunnen spelen.

Aanmaak geslachtsproducten

Met behulp van zwemtunnels zijn we in staat processen die mogelijk een rol spelen tijdens de transatlantische migratie in het laboratorium na te bootsen. Zo willen we ook testen of het zwemmen zelf de aanmaak van eitjes in gang zet. Opmerkelijk is dat palingen die naar zee trekken slechts een gonadengewicht van 1 tot 2% van het lichaamsgewicht bezitten terwijl uit onze proeven met hormoonbehandelde dieren blijkt dat dit kan oplopen tot wel 40 tot 60%. Het dier verandert door de toediening van hormonen tot een langwerpige zak gevuld met eieren (figuur 3) terwijl bij mannetjes duidelijk testisweefsel tot 11% van het lichaamsgewicht te zien is (figuur 4). Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met ing. Ep Eding van de Leerstoelgroep Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Aquacultuur en Visserij.

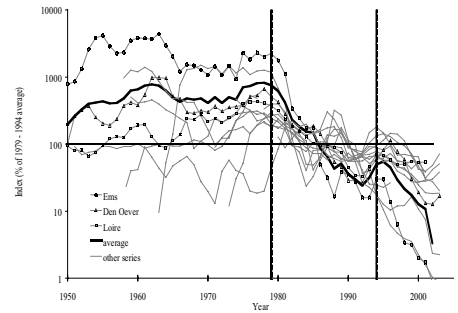
Zwemtunnels

Dankzij een toegewijde afdeling fijnmechanica en de elektronische

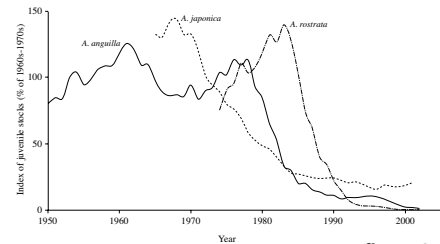
dienst van de afdeling Biologie in Leiden worden in een paar maanden tijd 22 zwemtunnels van 127 liter ontworpen en gebouwd. Op het Waterloopkundig Laboratorium van de Technische Universiteit van Delft worden de tunnels gekalibreerd en het stromingsprofiel bepaald. Na een paar maanden kunnen we proberen onze pilotproef te herhalen. Nu met 22 dieren op zeewater die tijdens hun migratie in de Grevelingen zijn gevangen. Tot onze teleurstelling treedt er na 500 tot 1.000 kilometer een massale sterfte op. De dieren krijgen bloedingen over het hele lichaam en het aantal rode bloedcellen daalt tot 7% terwijl een normale gezonde paling ongeveer 34 % rode bloedcellen heeft. Op het Leids Universitair Medisch Centrum, de afdeling hematologie van prof. Dr. Willemze wordt aangetoond dat de dieren een ernstige virusinfectie onder de leden hebben.

Palingvirussen

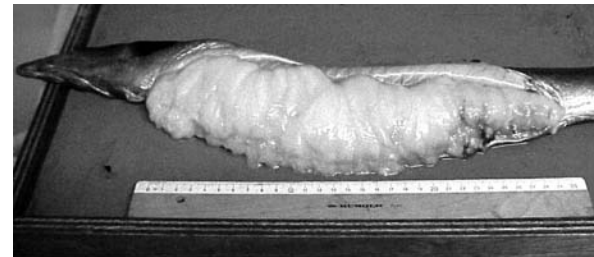
Ondertussen hebben we een samenwerking opgezet met dr. ir. Olga Haenen van het Visziektenlaboratorium (CIDC-Lelystad). Via een palingimporteur bij Schiphol worden palingen van over de hele wereld verzameld en direct bemonsterd. In gekweekte Europese palingen, maar ook in wilde paling blijkt een drietal virussen te worden aangetroffen, te weten EVEX ('Eel-Virus-European-X'), HVA (Herpesvirus anguillae) en EVE (Eel Virus European). Jonge aal, verzameld uit palingkwekerijen in Nederland, blijkt voornamelijk te zijn geïnfecteerd met HVA. Wijd verspreide infectie van de palingpopulatie met bijvoorbeeld virussen is mogelijk het gevolg van een ongelimiteerd palingtransport tussen de verschillende continenten. Op grond van ons onderzoek kunnen we aantonen dat palingen uit de Grevelingen die zijn geïnfecteerd met EVEX sterven na 500 tot 1.000 kilometer te hebben gezwommen. Dit in tegenstelling tot de virusvrije vissen die probleemloos 5.500



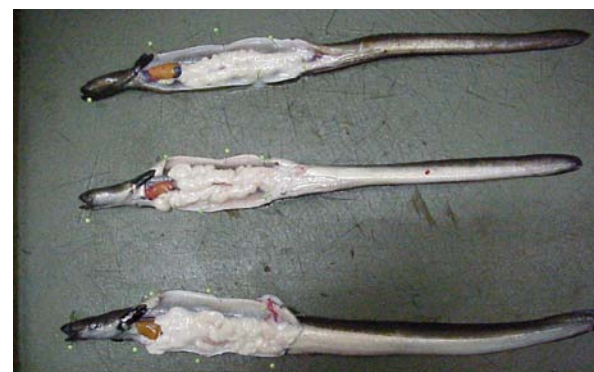
figuur 1



figuur 2



figuur 3



figuur 4

Van boven naar beneden:

- Fig 1: De intrek van glasaal in Europa neemt sterk af.
- Fig 2: Wereldwijd neemt de intrek van glasaal dramatisch af.
- Fig 3: Geslachtsrijp vrouwtje met eieren.
- Fig 4: Mannetjesalen: de testis zijn duidelijk zichtbaar.

onderzoek en beheer

km zwemmen. Dit is de geschatte afstand van de Europese kust tot de Sargassozee.

De effecten van PCB's

PCB's zijn ondermeer als bestanddeel van insecticiden, verfproducten en transformatoren na de oorlog in grote mate geproduceerd. Er wordt geschat dat van de 1 miljoen ton aan geproduceerde PCB's nog 30% aanwezig is in het milieu. PCB's, de meest giftige is dioxine, hebben twee belangrijke eigenschappen: ze zijn moeilijk afbreekbaar en hopen zich op in vetweefsel. Met een vetgehalte tot 30% is de paling een zeer vette vis en hoopt

gedurende zijn zoetwaterfase PCB's op in het vetweefsel. Mogelijk komen deze weer vrij wanneer het dier gaat migreren en vet verbrandt. In samenwerking met dr. Tinka Murk en ing. Hans van den Berg van Wageningen Universiteit en dr. Pim Leonards van Imares hebben wij palingen 'opgeladen' met PCB's en vervolgens in de tunnels laten zwemmen. De effecten zijn velerlei:

- een vergroting van de milt;
- een lagere glucose en cortisolspiegel;
- een, tegen de verwachting in, gunstiger zuurstofgebruik.

wordt 40% gebruikt om te zwemmen, 60% blijft over voor de aanleg van geslachtsproducten. Dieren met een vetpercentage lager dan 13% zijn niet in staat om de 5.500 km te zwemmen. Populair gezegd kunnen palingen de 5.500 km zwemmen op de energie van 150 gram paprikachips (3.700 kJ), 140 gram pindakaas (3.794 kJ) of vijf boterhammen met chocoladepasta (3.900 kJ). Waarom palingen zulke enorm efficiënte zwemmers zijn, is nog onbekend. Mogelijk heeft dit te maken met de wijze van voortbewegen en de bouw van de spieren.

5500 km zwemmen op 150 gram paprikachips

Het netto-effect is echter desastreus, want na 800 kilometer zwemmen door de tunnels treedt er massale sterfte op. Vooral het effect van een verlaagde cortisolspiegel kan nadelig zijn omdat dit een hormoon is dat een rol speelt bij de mobilisatie van de energievoorraden tijdens de migratie. Verder hebben we aangetoond dat hormoonbehandelde dieren lagere uitkomstpercentages van de larven hebben en meer misvormde larven met oedeemvorming voorbrengen naarmate het moederdier een hogere concentratie van PCB's in het vet heeft⁶.

Efficiënte zwemmers

Lange termijn zwemexperimenten over 5.500 kilometer met virusvrije Europese paling tonen aan dat palingen in vergelijking met salmoniden bijzonder efficiënte zwemmers zijn. Palingen hebben een vetpercentage van 10 tot 28%, met een gemiddelde van 20%. Dit is overduidelijk hun belangrijkste energievoorraad. Van de totale vetreserve van schieraal

Unieke beelden voortplanting

Dat onderzoek spannend kan zijn, blijkt wanneer we hormoonbehandelde mannetjes en vrouwtjes bij elkaar brengen in een 4000 liter aquarium. De gefilmde beelden zijn volgens ons uniek en voor zover wij weten is dit zelfs de eerste keer dat afpaaigedrag van een groep palingen is gefilmd. De twee vrouwtjes hangen uren lethargisch aan het wateroppervlak, totdat de mannetjes er in groepjes van drie bij worden gebracht. Na een eerste oriëntatiefase van 5 minuten benaderen ze de vrouwtjes bij het kopgebied (figuur 6A), of in het urogenitaal gebied waar de eiprop duidelijk zichtbaar is (figuur 6B). Vervolgens zwemmen de mannetjes massaal langs het vrouwtje, buigen het lichaam in een U-vorm terwijl ze sperma uitstoten (figuur 6C). Het vrouwtje, opgejaagd door de mannetjes, begint intussen te zwemmen waarbij ze door haar zwembewegingen eitjes uitstoot. Ook jagen de vrouwtjes elkaar op (figuur 6D) wat mogelijk kan bijdragen aan een synchroon verlopende



Overbevissing is een serieus probleem



De lab-opstelling



Links, figuur 5:
De route van de glasaal

Rechts, figuur 6:
A De vrouwtjes worden bij de kop benaderd
B De eiprop is duidelijk zichtbaar
C Het mannetje buigt zijn lichaam in een U-bocht
D de vrouwtjes jagen elkaar op

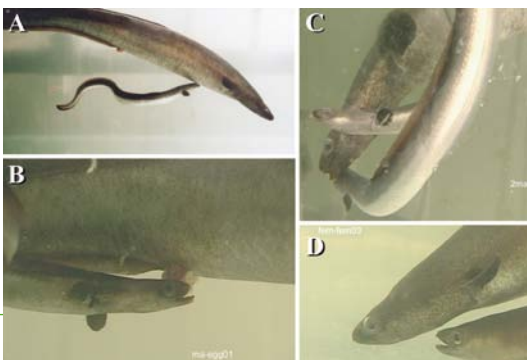
maturatie en afpaaiproces in een groep. In de toekomst kunnen dit soort experimenten, waarbij dieren zelf het moment van afpaaien kunnen bepalen en feromonen een belangrijke rol spelen, belangrijk zijn in het verkrijgen van palinglarven. De tot nu toe gangbare methode in de aquacultuur is het afstrijken van de geslachtsproducten waarbij vooral de timing belangrijk is. De methode van de zwemtunnels geeft ook een belangrijke aanwijzing dat het afrijpingsproces hierdoor op gang komt. Experimenten in grote zwemtunnels met groepen oudere virusvrije dieren uit de natuur, zodat feromonen hun stimulerend effect kunnen doen, moeten ons in de toekomst een stap dichterbij de voortplanting van de Europese paling in gevangenschap. **V**

Over de auteur

Dr. dr. ir. Vincent van Ginneken studeerde in Wageningen Visteelt en promoveerde in 1995 bij Biologie



Universiteit Leiden op het effect van nadelige milieufactoren zoals lage zuurstof en verzuring op de energiehuishouding van vissen met ³¹P-NMR en directe calorimetrie. Als postdoc op een STW 6-project gevolgd door een EU-project promoveerde hij in 2006 aan de Wageningse Universiteit op het hier beschreven onderzoek aan paling (promotor: prof.dr.J.Verreth, copromotor dr. G. van den Thillart).



Een mysterieuze vis

De levenscyclus van de Europese paling is lange tijd een mysterie geweest. Pas in het begin van deze eeuw heeft de Deense bioloog Johannes Schmidt, na bijna 20 jaar larven op de oceaan te hebben gevangen, aangetoond dat de kleinste larven in de Sargassozee gevonden worden.⁽⁷⁾ De Delftenaar Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) heeft ook veel onderzoek aan de Europese paling (*Anguilla anguilla* L.) verricht. In de tijd van Antoni van Leeuwenhoek was deze levenscyclus van de paling niet bekend en dacht men dat palingen spontaan uit modder ontstonden. Van Leeuwenhoek geeft allereerst en niet zonder omhaal aan waarom hij het belangrijk vindt om aan de voortplanting van de paling te werken:

“Daarom wordt mij verschillende malen te verstaan gegeven, dat ik, waar ik zo stellig het ontstaan door voortteling beweew, de wijze van voortteling van de alen zou moeten aantonen, hoofdzakelijk daarom, omdat het grootste deel van de mensen stellig geloof, dat de alen zonder het middel der voortteling voortkomen; alsof ik in staat moest zijn, in geval ik zodanige bovengenoemde stellingen volhield, op te lossen al hetgeen omtrent genoemd onderwerp mij werd voorgelegd. Hoewel het veld van de dingen die tot nog toe in het duister verborgen zijn, zo ruim en wijd is. Niettemin heb ik enige jaren reeds alle moeite gedaan om, indien het mogelijk was, de voortteling der Alen te ontdekken en haar voor de ogen van de Wereld te plaatsen.”

(Antoni van Leeuwenhoek, Brief No. 115, 18 september 1691).



Geraadpleegd:

1. Dekker, W. (2003) Worldwide decline of eel resources necessitates immediate action. *Fisheries* 28, 28-30.
2. Dekker, W. (2004) Slipping through our hands. Population dynamics of the European eel, PhD thesis, University of Amsterdam, 186 pp, ISBN 90-74549-10-1.
3. Van Ginneken, V.J.T. (2006). Simulated migration of European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus 1758), PhD Thesis, Wageningen University, The Netherlands, 309 pp. ISBN: 90-8504-456-1.
4. Haenen, O. L. M. (1995) *Anguillicola crassus* (Nematoda, Dracunculoidea) infections of European eel (*Anguilla anguilla*) in the Netherlands: epidemiology, pathogenesis and pathobiology. Ph.D. thesis, Agricultural University Wageningen, 127 pp.
5. Knights, B. (2003) A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. *Sci. Total. Environ.* 310, 237-244.
6. Palstra, A.P.; van Ginneken, V.J.T.; Murk, A.J.; van den Thillart G.E.E.J.M. (2006). Are dioxin-like contaminants responsible for the eel (*Anguilla Anguilla*) drama? *Naturwissenschaften* 93:145-148.
7. Schmidt, J. (1923) Breeding places and migration of the eel. *Nature* 111, 51-54.
8. Stone, R. (2003) Freshwater eels are slip-sliding away. *Science* 302, 221-222.