

Logboek van een vissenleven

TEKST Arno van 't Hoog
ILLUSTRATIES Audrey Geffen en Sportvisserij Nederland

De chemische samenstelling van gehoorsteentjes (waaronder de otolieten) kan een en ander vertellen over waar een vis heeft geleefd voordat deze werd gevangen. Die analyse leert onderzoekers steeds meer over vissengedrag, al blijkt de interpretatie van otolieten-data zelden eenvoudig.

De IJsselmeerspiering vormt sinds de afsluiting van de Zuiderzee een afzonderlijke populatie, die de afgelopen tien jaar sterk is achteruitgegaan. Een fors aantal jonge spieringen – naar schatting 65 miljoen – zwemt in de herfst via de spuilsuizen naar de Waddenzee, maar het is onduidelijk of ze als volwassen vis nog in omgekeerde richting kunnen terugkeren naar het IJsselmeer om te paaien. Of zelfs enkele jaren achtereen meerdere retourtjes maken.

Antwoord op die vraag is interessant, vertelt Ingrid Tulp, onderzoeker bij IMARES. Zoetwaterspiering wordt zelden ouder dan twee jaar. Zoutwaterspiering wordt veel ouder en produceert daardoor meer eitjes dan z'n zoetwatersoortgenoot. Als zulke grote zoute spiering het IJsselmeer weet te bereiken zouden ze onevenredig veel kunnen bijdragen aan elke jaarklasse. Maar of spieringen daartoe in staat zijn, of dat er misschien zelfs zoutwaterspieringen meerdere retourtjes over de afsluitdijk maken, is onduidelijk.

Tulp: "Je kunt dat onderzoeken met merkjes of zenders, maar spiering is daarvoor te kwetsbaar en te klein. Bovendien moet je dan heel veel dieren merken en terugvangen. Voor deze vraag was onderzoek aan otolieten meer geschikt."

Groeilaagjes als een boom

Voor het onderzoek werden spieringen gevangen in het Markermeer, IJsselmeer en Waddenzee. De otolieten werden naar België gezonden voor onderzoek. Otolieten zijn de kalkachtige onderdelen van het gehoor- en evenwichtsorgaan van vissen. Bij spieringen zijn ze niet groter dan een tot drie millimeter, bij grote kabeljauwen zijn ze meer dan een centimeter.

Otolieten zitten onderaan de vissen schedel, achter de ogen. Otolieten bestaan grotendeels uit calciumcarbo-

naat en ze groeien naarmate de vis groter wordt, doordat er telkens nieuwe laagjes worden afgezet. Omdat de groei van een vis per seizoen kan verschillen, zijn bij veel vissoorten in de otolieten groeilaagjes te zien. Die kunnen net als bij bomen veel vertellen over het geboortjaar en de leeftijd van de vis.

Naast calciumcarbonaat worden allerlei andere sporenelementen in minieme hoeveelheden afgezet in de otoliet, zoals strontium, barium, magnesium, lithium, zink, selenium en lood. Het gaat om niet meer dan miljardsten van een gram. De aanwezigheid van die stoffen wordt beïnvloed door het water waar de vis heeft geleefd.

Verdampen met lasers

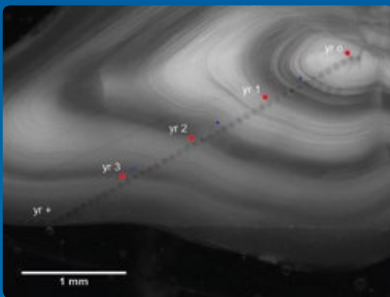
Wie wil weten wat voor elementen er precies in een otoliet zitten, heeft gespecialiseerde apparatuur nodig.



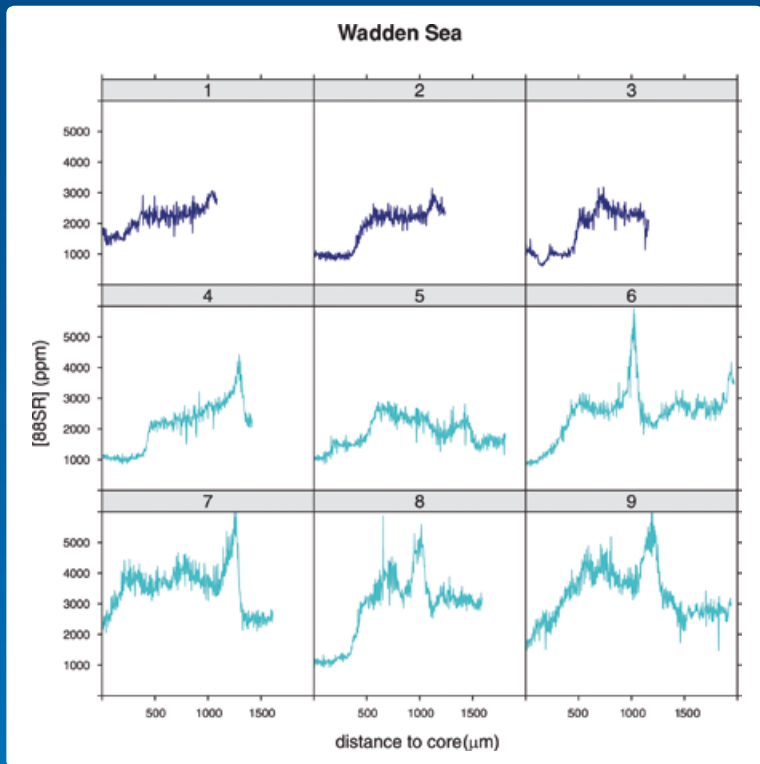
Plaats van de witgekleurde otolieten in de kop van een koolvis.



Otoliet (gehoorsteentje) van een spiering.



Close-up van een otoliet van een vierjarige kabeljauw. De lichte en donkere banden tonen afwisseling van snellere en langzamere groeifasen, waarmee de leeftijd wordt bepaald. De kleine putjes (64 micrometer in doorsnede) zijn gemaakt met een laser.



Strontiumconcentraties vanaf de kern van spiering-otolieten naar de buitenrand, een afstand van ongeveer anderhalve millimeter. De lage strontiumgehalten in de kern tonen dat de spiering in het zoete water is geboren.

Tulp zocht daarom samenwerking met de groep van Willy Baeyens, analytisch chemicus en hoofd van onderzoeksgroep analytische en milieuchemie aan de Vrije Universiteit Brussel. Zijn lab is gespecialiseerd in het meten van sporenelementen. Baeyens doet dat bijvoorbeeld in mosselschelpen en sediment. “Onderzoek met otolieten was voor ons een primeur. We zijn eerst een paar otolieten gaan meten en zagen gelijk al profielen die afhankelijk van de vangstplaats onderling duidelijk verschillen gaven.”

Baeyens analysetechnologie maakt gebruik van een dunne laserbundel, die telkens een beetje van het otolietoppervlak verhit en verdampt. De damp wordt geanalyseerd in een massaspectrometer op concentraties strontium, barium en andere stoffen. Door de laser stap voor stap over het oppervlak van de otoliet te bewegen ontstaat zo een elementprofiel van de kern naar de buitenkant. De laser verhit telkens een stipje met een doorsnede van enkele tientallen micrometers. Zelfs een mini-otoliet van twee millimeter levert nog honderd datapunten.

De onderzoeksvraag dicteert de keuze van elementen die worden onderzocht, zegt Baeyens. “De vraag was of spiering naar de Waddenzee kon migreren en eventueel weer terug. Uiteraard kun je dan al een aantal elementen selecteren die in verschillende concentraties aanwezig zijn in die twee systemen: strontium, barium en magne-

sium. Op basis van die eerste resultaten konden we vrij goed aangeven welke spieringen in marien milieu hadden geleefd en welke uitsluitend in zoet water.

Grillige grafieken

Toch wilden de onderzoekers weten wat de concentratie van de elementen in het water in de Waddenzee, het Markermeer, IJsselmeer en de IJssel zijn. Baeyens: “Het is zeker nodig om te onderzoeken of je resultaten in de otolieten overeenstemmen met de concentraties van strontium en barium in de leefomgeving. We hebben ter plaatse monsters genomen en relaties gelegd met de otolieten. Die concentraties bleken goed overeen te komen”

De analyseprofielen van otolieten zijn grillige grafieken. Je kunt ze visueel beoordelen, zegt Baeyens, maar dat is een beperkte vorm van interpretatie. “Je kunt dat beter met een goed statistisch programma doen, op basis van zo’n twintig otolieten per regio. Dan kun je met vrij grote zekerheid zeggen dat de vissen uit het Markermeer daar hun hele leven gebleven zijn, en spieringen uit de Waddenzee eerst een tijd in het IJsselmeer hebben geleefd.”

De strontiumprofielen van de otolieten van zoutwater-spiering laten telkens hetzelfde beeld zien. In de kern van de otoliet is de strontiumconcentratie laag, aan de buitenrand is die twee tot vijf keer zo hoog. “Je ziet ➤

daarin dat spiering in de Waddenzee in het zoete water is geboren”, zegt Tulp. Spiering uit het Markermeer heeft geen fluctuaties in het strontiumprofiel van z'n otoliet, een bewijs dat de vis z'n hele leven in hetzelfde water verblijft.

Omgevingssignaal

De profielen zijn duidelijk, maar toch kan de vraag over trekkende zoutwaterspiering niet sluitend worden beantwoord, zegt Tulp. “Waar spieringen uit de Waddenzee heen gaan om te paaien kunnen we in de otolieten eigenlijk niet goed zien. Bij de grote spiering die we op de Waddenzee vingen mag je ervan uitgaan dat ze een aantal malen het zoete water zijn opgezwoomen om te paaien. We hadden daarom verwacht dat we in de otoliet herhaaldelijk een dipje van de strontiumconcentratie zouden zien, als signaal van een bezoek aan zoet water. Maar dat zien we niet. Misschien paaien ze wel in het zoete water, maar is hun verblijf daar zo kort dat het geen sporen nalaat in de otolieten.”

Voordat je conclusies trekt is goed te realiseren wat de relatie is tussen ecologie en otoliet, zegt Tulp. De gedachte is dat de otoliet weerspiegelt waar de vis is geweest, maar dat omgevingssignaal wordt alleen opgeslagen als de vis daadwerkelijk gevoerageerd heeft. Strontium en barium bereiken de otoliet via het voedsel en de fysiologie van de vis.

“Dat moet je goed in je achterhoofd houden. We zijn er niet honderd procent zeker van of spiering tijdens de paaitrek eet. Het zou ook kunnen dat zoutwaterspiering heel kort naar binnen zwemt om te paaien. In dat geval vind je geen signaal van een verblijf in zoet water terug in de otoliet. Hoe dat precies zit, blijft nog even een raadsel.”

Indirecte methode

“Bij veel van de elementen kennen we eigenlijk niet het achterliggende mechanisme: waar het element een kenmerk van is of precies mee samenhangt. Het mooiste zou zijn als je kunt redeneren vanuit een hypothese: dat je weet wat een element voor functie of herkomst heeft. Analyseren van otolieten is nog een beetje een black box.”



De stand van IJsselmeerspiering, een belangrijke schakel in het voedselweb van dit water, is de afgelopen tien jaar sterk afgenomen.

Het analyseren van otolieten blijft een indirecte methode, beaamt Baeyens, waarbij de fysiologie van de vis een belangrijke invloed heeft. “Door elementen te meten, kun je iets reconstrueren over de leefomstandigheden van een vis: het zoutgehalte, de watertemperatuur of de chemische kenmerken en vervuiling van een leefgebied. Vanuit die kennis trekken we conclusies over het voedsel van het dier of het trekgedrag.”

De analyse van otolieten is bezig met een stevige opmars, getuige het aantal publicaties dat erover verschijnt. De oorspronkelijke toepassing van elementprofielen in otolieten was vooral gericht op het vinden van sporen



Zoutwaterspiering komt via de spuilsuizen het IJsselmeer binnen. De vraag is of ze ook weer naar de Waddenzee migreren.

van een afwisselend verblijf in zoet en zout water, maar ook in onderzoek van zeevis wordt het steeds populairder. Hoewel zeewater chemisch erg homogeen is, zijn er wel degelijk verschillen in sporenelementen tussen zeegebieden of estuaria.

Otolieten in zeevis

Zoutgradiënten zijn voor een otoliet-onderzoeker het makkelijkst, zegt de Britse visecoloog Ewan Hunter, werkzaam bij the Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (Cefas). “Zoet en zout water geven duidelijke strontiumsignalen in de otoliet waarmee je de timing van trekgedrag nauwkeurig kunt bepalen.”

Onderzoek aan otolieten van zeevis is stukken ingewikkelder, vertelt Hunter. De wetenschap heeft op dit moment eigenlijk nog geen goed idee van de belangrijkste factoren die de samenstelling van otolieten in zeevis bepalen. Dat het bestuderen van zeevis in z'n natuurlijke omgeving zo ingewikkeld is, helpt daar niet aan mee, aldus Hunter, die in september 2016 in Letland een lezing houdt over dit onderwerp op de jaarlijkse ICES-conferentie.

Hunter keek in de schol minutieus naar de relatie tussen sporenelementen in zeewater, het bloed en de otoliet. “Ons inzicht komt uit kostbare aquariumexperimenten, waarin we het dieet en de voortplanting konden controleren en tegelijkertijd het water, bloed en uiteindelijk de otolieten konden onderzoeken.” Hij concludeert dat zeevis de sporenelementen in z'n lijf sterk reguleert, waardoor er bij veel elementen nauwelijks een directe invloed van het omringende zeewater is terug te vinden in de otoliet.

Op een hoger plan

“In oudere studies was er een zekere mate van naïviteit, omdat vaak werd aangenomen dat de otolietsamenstelling een directe afspiegeling is van waar de vis heeft gezwoommen. Daarbij werden allerlei processen genegeerd die de otoliet afschermen van het omringende water: in feite het lijf van de vis en z'n fysiologie.”

Hunter vermoedt dat zulke processen bij alle zeevis een rol spelen. Het zou ideaal zijn als de wetenschap de

relatie tussen zeewater, bloed en otoliet-chemie in detail zou beschrijven voor verschillende vissoorten, zegt Hunter. “Je kunt verwachten dat er verschillen zijn in hoe vissen sporenelementen opnemen, afhankelijk van waar ze leven - op de bodem of in de waterkolom - wat ze eten en de mate waarin ze trekken. Al die zaken zijn van belang bij de interpretatie van otoliet-chemie.” Hunter heeft ook veel geleerd van het CEFAS-onderzoeksprogramma waarbij vis wordt gemerkt met sensoren die watertemperatuur en diepte registreren. Die vis wordt soms na enkele seizoenen aangeland, waarna de onderzoekers de otolietsamenstelling kunnen linken aan de gegevens die in de sensor zijn opgeslagen. “Dat soort onderzoek met zeevissen is cruciaal om ons basisbegrip van de otoliet-chemie op een hoger plan te brengen”, zegt Hunter. **V**

Geraadpleegde literatuur

Tulp I, et al (2013) Connectivity between Migrating and Landlocked Populations of a Diadromous Fish Species Investigated Using Otolith Microchemistry. PLoS ONE 8(7): e69796.

Phung, A.T. (2015) Migration of diadromous and landlocked smelt populations studied by otolith geochemistry. Fisheries Research 167: 123-131.

Sturrock, A.M. et al (2014) Physiological influences can outweigh environmental signals in otolith microchemistry research. Mar Ecol Prog Ser 500:245-264.

Audrey J. Geffen, Fisheries Ecology and Aquaculture Research Group Department of Biology University of Bergen”

