

Wat de vis eet, zal hij zaaien

Zaadverspreiding van water- en oeverplanten door vis

TEKST Ger Boedeltje, Bureau Daslook
Tom Spanings, Gert Flik, Radboud Universiteit
Bart Pollux, Ferdinand Sibbing, Wageningen Universiteit
Wilco Verberk, Radboud Universiteit

ILLUSTRATIES Ger Boedeltje, Ferdinand Sibbing en Goethe Universiteit

Het is essentieel voor planten om hun zaden te verspreiden over grote afstanden. Daarvoor maken ze gebruik van diverse vectoren zoals water, wind en dieren. Recent onderzoek laat zien dat ook vissen hierbij een belangrijke rol spelen.

Door zaden te verspreiden over grote afstanden voorkomen waterplanten concurrentie met ouderplanten en door de (her)vestiging op nieuwe plekken vindt genenuitwisseling plaats binnen en tussen populaties. Dit is belangrijk voor het handhaven van de genetische diversiteit. Vruchten en zaden van water- en oeverplanten komen direct of indirect in het water terecht en beginnen vervolgens aan hun ongewisse reis naar nieuwe groeiplaatsen. Sommige zaden zinken binnen enkele seconden, andere drijven enkele dagen tot meer dan een jaar en kunnen zo in stromende wateren tientallen tot honderden kilometers afleggen alvorens ze aanspoelen op oevers of in de

waterbodem terechtkomen. Zaden van deze planten worden ook door eenden en ganzen gegeten. Hoewel sommige daarbij verteerd worden, overleven andere de passage door het darmkanaal van deze vogels, waarna ze bovendien in staat zijn te kiemen en zich te vestigen in een nieuwe omgeving.

Effectieve zaadverspreiders

Maar er zijn ook vissoorten die plantenzaden ongedeerd door hun darmkanaal laten passeren. Een voorbeeld daarvan is de tambaqui (*Colossoma macropomum*), die voorkomt in het Zuid-Amerikaanse Amazonegebied.

Deze vis trekt tijdens het regenseizoen vanuit rivieren overstromingsvlaktes in waarbij actief wordt gefoerageerd op fruit van verschillende boomsoorten. Daarbij is deze bijna een meter lange vissoort in staat enorme hoeveelheden vruchten te consumeren. Deze zaden blijven kiemkrachtig, sterker nog, bij veel soorten ontkiemen de uitgepoepte zaden juist beter wanneer ze door vissen zijn gegeten. Het kan wel drie dagen duren voordat alle zaden zijn uitgepoept. In die periode hebben de vissen afstanden tot meer dan drie kilometer afgelegd. Zwarte Pacu's zijn daardoor, net als diverse andere vissoorten, effectieve zaadverspreiders.



Onderkaak van karper met keeltanden die de vorm hebben van kiezen.

Droge zaden

Anders is de situatie in streken waar water- en oeverplanten hoofdzakelijk relatief droge zaden produceren en waar weinig tot geen vruchtdragende bomen of struiken langs de oevers voorkomen. Daardoor ontbreken hier de vissoorten die gespecialiseerd zijn in het eten van vlezige vruchten. Mogelijke verspreiders van waterplantenzaden zouden vissen kunnen zijn die zaden passief opnemen terwijl ze foerageren in zachte bodemlagen of algen afschrapen van planten. Aanwijzingen hiervoor zijn verkregen uit vondsten van waterplantenzaden in het maagdarmkanaal van verschillende vissoorten en uit resultaten van experimenteel onderzoek waarbij zaden, verstopt in voerbolletjes, aan vissen in aquaria zijn gevoerd en vervolgens is gekeken of ze de passage door het darmkanaal overleefden. Zo kon worden vastgesteld dat zaden van onder meer kleine egelskop goed ontkiemen nadat ze door karper zijn gegeten en uitgepoept.

Karper en tilapia als modelvissen

Welke zaadkenmerken bepalen of een zaad wordt opgenomen en ingeslikt en de passage door het darmkanaal overleeft? Bestaan er verschillen tussen vissoorten met een verschillende voedings- en verteeringsstrategie? Om deze vragen te beantwoorden is een experiment uitgevoerd in het Institute for Water and Wetland Research van de Radboud Universiteit te Nijmegen. Hierbij zijn zaden van negentien soorten water- oeverplanten gevoerd aan twee vissoorten met een contrasterende voedings- en verteringswijze: karper (*Cyprinus carpio*) en Mozambique tilapia (*Oreochromis mossambicus*).

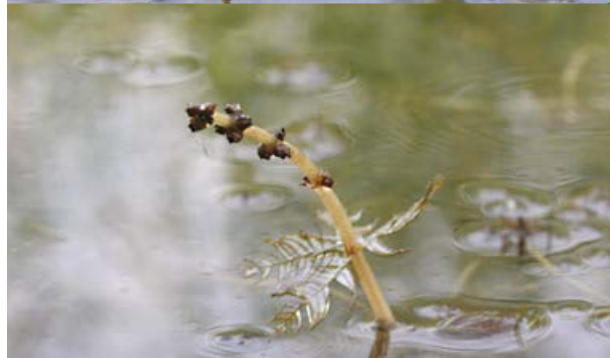
Karper is een alleseter die in staat is om tot 10 cm diep in de bodem te foerageren. Bodemmateriaal met daarin voedsel zoals muggenlarven en wormen maar eventueel ook zaden worden daarbij opgezogen. In de tandenloze mondholte vindt selectie plaats van het voedsel waarbij fijne, niet-eetbare deeltjes door de kieuwen naar buiten worden geperst. Het tussen keeldak en –bodem achtergehouden voedsel wordt naar de kauwholte getransporteerd. Daar wordt het, indien mogelijk, geplet en vermalen met behulp van keeltanden. Dit vermalen is van groot belang voor een goede vertering, gelet op het ontbreken van een maag. In tegenstelling tot de karper heeft de Mozambique tilapia puntige tandjes op monden keelkaken, maar wel een maag met een zure inhoud. Net als de karper is de tilapia een alleseter die leeft van kleine ongewervelden in de waterbodem, maar ook van diverse soorten algen en zachte waterplanten. De Mozambique tilapia is inheems in zuidelijke delen van Afrika.

Voor het onderzoek zijn van elke soort 100 gekweekte, jonge dieren gebruikt, verdeeld over twintig aquaria van 140 liter met in elk aquarium 10 vissen. Het water van elk aquarium werd via een afvoerpijp, met daarin een fijnmazige zeef, afgevoerd. Hierin werden faeces en zaden opgevangen.



Deegbolletjes met zaden van aarvederkruid (links) en drijvend fonteinkruid (rechts)

Aarvederkruid is één van de planten waarvan zaden zijn gevoerd. Van boven naar beneden: bloeiaar, zaden aan bloeistengel, details van zaden.



De gebruikte plantensoorten

Uit Nederlandse wateren zijn van 19 algemene soorten water- en oeverplanten zaden verzameld. Zaden die verschillen in hardheid, grootte, ruwheid, vorm, massa en de aanwezigheid van uitsteeksels. Alleen die soorten werden geselecteerd waarvan de zaden wat grootte betreft zouden kunnen worden opgenomen door de vissen. De vissen kregen onder meer zaden van grote kattenstaart, hoge cyperzegge zwarte els, fonteinkruiden, pijlkruid en aarvederkruid.

Experiment

In 2013 werden in de periode maart-mei wekelijks twee voersessies uitgevoerd. Op dinsdag werden de zaden van tien soorten gevoerd, aan zowel karper als tilapia, op donderdag werden de zaden van de overige tien soorten gevoerd. Tijdens een voersessie ontving elk aquarium de zaden van één plantensoort.

De zaden werden aangeboden in bolletjes deeg, bestaande uit een mengsel van maïsmeel en paneermeel. In elk bolletje werden, afhankelijk van de grootte, twee tot vier zaden verstoppt. Per aquarium kregen de tien vissen 25 deegbolletjes, dus 50-100 zaden per keer. In de gehele periode werd elke plantensoort tien keer aan elke vissoort gevoerd, iedere week aan een ander aquarium. In totaal werden zo 36.400 zaden gevoerd.

Binnen een uur na het voeren werden in elk aquarium eventueel niet-gegeten zaden verzameld en geteld. Na 26 uur werden de op de zeef en in het aquarium aanwe-

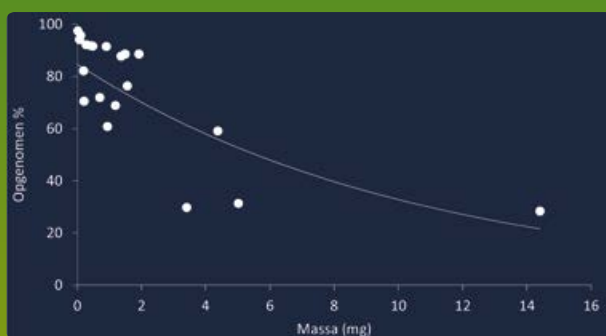
zige faeces met zaden en/of zaadfragmenten verzameld. Onder een binoculair werden de zaden en zaadfragmenten uit de vissenpoep vrijgemaakt en geteld en vervolgens bewaard in leidingwater bij een temperatuur van 5 °C. Na afloop van het experiment werden zaden te kiemen gezet. Na de kiemingsperiode werd tevens van de niet-gekiemde zaden bepaald of ze vitaal waren of dood.

In het onderzoek is allereerst het aantal in het darmkanaal opgenomen zaden geteld, gevolgd door het aantal in de faeces teruggevonden zaden. Ten derde is van de teruggevonden zaden het kiemingspercentage bepaald. Hierna is van de niet-gekiemde zaden vastgesteld of ze levend of dood waren en is het vitaliteitspercentage berekend: het aantal gekiemde plus het aantal niet-gekiemde maar wel vitale zaden als percentage van het aantal opgenomen zaden. Om een mogelijk effect van het kauwen en van verterings-sappen op de zaden te kunnen vaststellen is het kiemingspercentage van de in faeces teruggevonden zaden vergeleken met die van een controlegroep: zaden die dezelfde behandeling hebben gekregen als de experimenteergroep, behalve dat ze niet door vissen zijn gegeten.

Resultaten

Opname van zaden

De karper heeft een zuigbuis, een soort stofzuiger, en kan daarmee gericht zware en moeilijk bereikbare



De relatie tussen het gemiddelde aantal zaden dat door tilapia werd opgenomen en de massa er van.

Het effect van passage van het spijsverteringskanaal op zaden van reuzenbalsemien (A) en drijvend fonteinkruid (B) bij karper en tilapia. Weing harde zaden zoals van reuzenbalsemien werden door het maalapparaat van karper volledig gekraakt. De harde zaden van drijvend fonteinkruid werden wel beschadigd, maar niet gekraakt. Bij tilapia zijn alleen verkleuringen te zien.



zaden wegzuigen. De gemiddelde zaadopname bij karper was zeer hoog en varieerde tussen 89% bij wolfspoot en 100% bij aarvederkruid. Van tien soorten planten, waaronder drijvend fonteinkruid en reuzenbalsemien, was de zaadinname door tilapia lager dan door karper. De gemiddelde zaadopname door tilapia varieerde tussen 28% bij reuzenbalsemien en 97% bij pitrus. De zaadkenmerken die bepalen of een zaad wel of niet door tilapia wordt opgenomen zijn grootte en gewicht: kleine, lichte zaden worden meer opgenomen dan grote, zware zaden.

Aantal teruggevonden zaden in de vissenpoep

Het aantal zaden dat in de vissenpoep werd gevonden verschilde enorm tussen beide vissoorten. Van 16 soorten was het aantal teruggevonden zaden bij karper lager dan bij tilapia. Alleen van aarvederkruid en de vier soorten fonteinkruiden werden terugvindpercentages gevonden van 35% of meer. Verschillende soorten zaden bleken vermalen waardoor alleen fragmenten werden gevonden. Van de zaden die het darmkanaal van tilapia waren gepasseerd werden geen fragmenten gevonden. Bij karper kon het niet terugvinden grotendeels worden verklaard doordat veel zaden zacht genoeg waren om te worden verbrijzeld door het krachtige kauwsysteem. Tilapia kon geen zaden verbrijzelen en bij deze soort speelden verschillen in grootte een belangrijker rol.

Levensvatbaarheid van de teruggevonden zaden

Alle soorten zaden die door tilapia werden opgenomen bleken na passage van het darmkanaal levensvatbaar, waarbij sommige soorten wel meer vitaal waren dan andere. Bij karper werden van zeventien soorten levensvatbare zaden gevonden, waarbij opgemerkt wordt dat het overlevingspercentage van sommige soorten erg laag was. De levensvatbaarheid van de zaden bleek bij beide vissoorten onder meer af te hangen van de hardheid, waarbij harde zaden meer vitaal waren dan zachte. Vergeleken met de controle-groep, kiemden de zaden van sommige soorten beter, van andere minder.

Karper en Mozambique tilapia als mogelijke zaadverspreiders

Het blijkt dat de verspreiding van plantenzaden sterk samenhangt met de kenmerken van de zaden zelf. In algemene zin geldt dat hoe harder de zaden zijn hoe beter de zaadverspreiding is. Echter, tijdens de opname, het vitaal blijven in het darmkanaal en de kieming, blijken verschillende kenmerken doorslaggevend. Bovendien zijn andere kenmerken doorslaggevend voor tilapia dan voor karper. Jonge karpers kunnen alleen voor plantensoorten met harde zaden een rol spelen in de zaadverspreiding. Oudere dieren kunnen teveel kracht ontwikkelen waardoor ze zelfs de hardste zaden kunnen pletten. Mozambique tilapia kan een vector zijn voor een brede range aan soorten, met name de kleinere, ronde zaden worden beter opgenomen. Beide vissen zijn omnivoor en opportunistisch wat betreft hun voedselopname. Als ze in

detritus of op waterplanten foerageren zouden ze dus zaden kunnen opnemen en vervolgens verspreiden. Uit onderzoek met gemerkte dieren is gebleken dat ze kilometers kunnen afleggen, zowel stroomafwaarts als stroomopwaarts. Aangezien de tijd dat een zaadje in het lichaam van een vis is, alvorens het wordt uitgepoept, meer dan 24 uur is kunnen deze vissen zaden in principe over grote afstanden verspreiden. **V**

Bijdrage sportvissers gewenst

Hoewel er na dit onderzoek meer bekend is over de zaadkenmerken die van belang zijn voor zaadverspreiding door vissen, zijn er vrijwel geen waarnemingen over zaadverspreiding in het veld. Daarom roepen we de hulp van lezers in. Sportvissers die waarnemen of en hoe bepaalde vissen zaden tot zich nemen (eten ruisvoorns bijvoorbeeld bramen of bessen, of welke zaden en vruchten eten zeelten?) wordt gevraagd dit te melden bij de redactie van Visionair: visionair@sportvisserijnederland.nl

Foeragerende karpers en tilapia's

Het voeren van de karpers respectievelijk de tilapia's is te zien op:

<http://youtu.be/Ts60YiE2eVM>



<http://youtu.be/9FyreeC0P1o>

