



De marmerkeeft (*Procambarus virginalis*).

Het mysterie van de wereldveroverende marmerkreeft opgelost



In Hippocampus 266 maakten we in het artikel 'Verbod invasieve rivierkreeften' melding van de mondiale veroveringstocht van de gemarmerde kreeft. We beantwoordden echter niet de vraag hoe het kwam dat deze kreeftensoort zo plots aan zijn opmars begonnen was en hoe hij die zo succesvol kon uitvoeren. Tijd om een woordje uitleg te verschaffen.

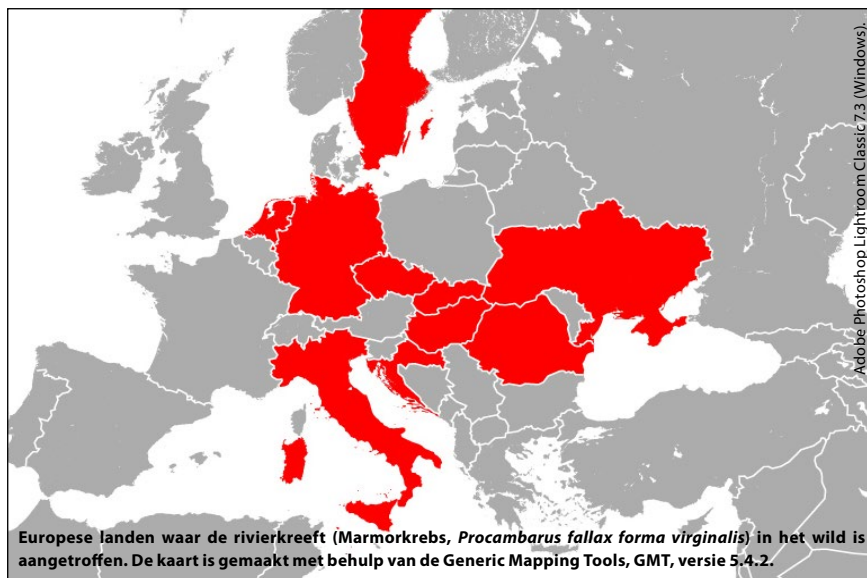
Vijfentwintig jaar geleden bestond de gemarmerde kreeft niet, maar een kleine mutatie van een andere soort zorgde ervoor dat ze nu massaal voorkomt.

De gemarmerde kreeft werd in 1995 'ontdekt' door een Duitse hobbyist. Hij gaf haar toen de naam 'Texas rivierkreeft'. Die hobbyist was bijzonder verbaasd over de hoeveelheid eieren die één enkele rivierkreeft kon leggen, dat waren er namelijk honderden. Er kwamen dus veel nakomelingen, teveel om zelf te houden, dus gaf hij veel babykreeften weg aan vrienden. Enige tijd later doken er plots honderden marmerkreeften op in dierenwinkels in Duitsland en daarna ook elders. Maar ze kwamen niet allemaal in winkels terecht; veel van de kreeften en hun nakomelingen werden uiteindelijk uitgezet in rivieren. Wat men toen nog niet wist, was dat die dieren honderden vruchtbare eieren konden leggen, zonder eerst te hebben gepaard. Daardoor kon de soort zich vrij snel verspreiden over zowat heel Europa en veroverd het dier nu ook andere continenten. De marmerkreeft is intussen zelfs al tot op het Afrikaanse eiland Madagaskar geraakt. Daar arriveerde de rivierkreeft rond 2007. Nu, zo'n 10 jaar later, zitten er daar miljoenen van die kreeften in de rivieren. De kleine bruine kreeftjes bedreigen niet enkel de inheemse kreeftsoorten, maar zorgen ook voor een

dramatische daling van het aantal zoetwatervissen op het eiland. Tevens plunderen ze regelmatig de rijstvelden, want ze vreten alles wat zich voor hun scharen ophoudt. De marmerkreeft komt ook veelvuldig voor in Japan, Zweden en Oekraïne. In Noord-Amerika komen ze voorlopig niet voor in het wild, enkel bij hobbyisten. Uit België kwamen er tot nu toe geen meldingen en in Nederland zijn er slechts incidentele waarnemingen bekend, waardoor aangenomen wordt dat ze zich hier niet gevestigd hebben.

ze klonen zichzelf

Pas in 2003 stelden wetenschappers vast waarom de kreeft zo speciaal is. Alle exemplaren zijn namelijk vrouwelijk en ze



Europese landen waar de rivierkreeft (*Marmorkrebs, Procambarus fallax forma virginalis*) in het wild is aangetroffen. De kaart is gemaakt met behulp van de Generic Mapping Tools, GMT, versie 5.4.2.

moeten niet paren om zich voort te planten. Voor hun onderzoek vergeleken de onderzoekers het genoom van honderden in het wild gevangen marmerkreeften op Madagaskar met dat van een laboratoriumnakomeling van de Duitse 'oermoeder' en al deze individuen bleken daadwerkelijk genetische kopieën van die allereerste marmerkreeft te zijn. De dieren kunnen zichzelf dus klonen, wat deels verklaart waarom ze zo succesvol zijn.

Amerikaanse zijrivieren van de Satillariër in de staten Florida en Georgia voorkomt. De nieuwe soort is ontstaan nadat twee van die moeraskreeften, vermoedelijk in het Duitse aquarium, paarden en waarbij één van de twee een mutatie had in een geslachtscel. Of het om een eicel of spermacel ging, konden wetenschappers (nog) niet achterhalen. Normale geslachtscellen bevatten elk één enkele kopie van elk chromosoom, maar de geslachtscel van de gemuteerde rivierkreeft heeft er twee.



De Everglades moeraskreeft (*Procambarus fallax*) is de zoetwaterkreeft waar de marmerkreeft van afstamt.

Inmiddels lopen hun aantallen al in de miljoenen en hebben ze zich verspreid over de halve wereld, maar ze stammen allemaal af van die ene moeder die in een Duits aquarium belandde en daarom hebben biologen het graag over de 'Marmorkrebs'. Haar miljoenen nakomelingen zijn genetisch identiek, want bij de voortplanting is er geen mannelijk exemplaar aan te pas gekomen.

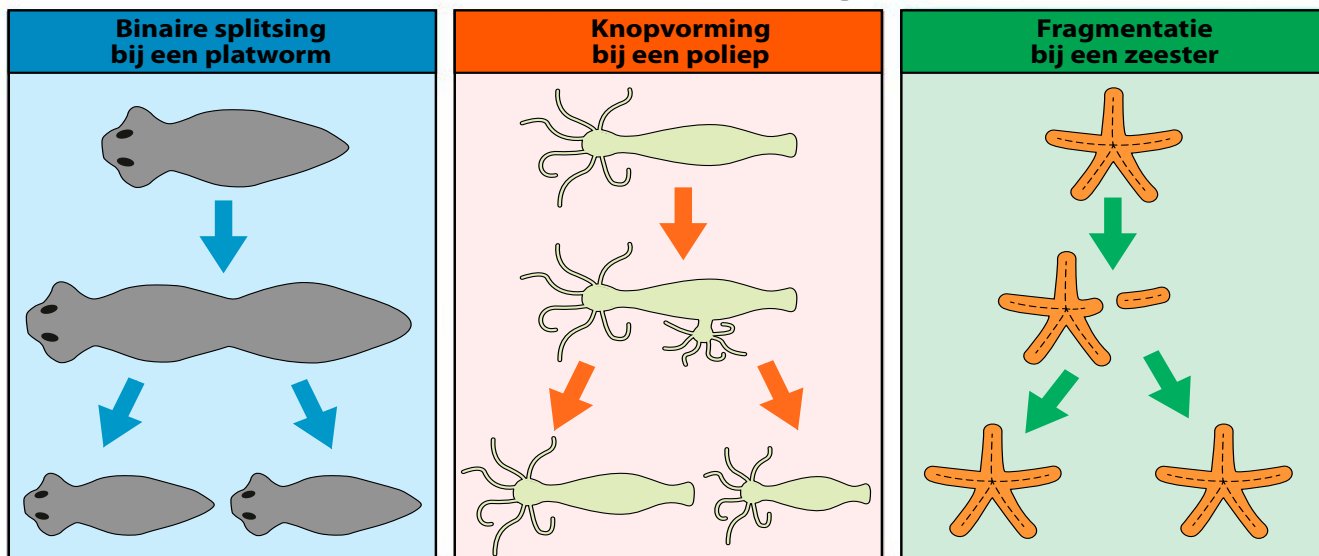
Verder onderzoek van de marmerkreeft heeft onthuld dat de soort banden heeft met de *Procambarus fallax*, de Everglades moeraskreeft die in het wild enkel in de

Op één of andere manier zijn die twee geslachtscellen met elkaar gefuseerd en produceerden ze een vrouwelijke rivierkreeft met drie kopieën van elk chromosoom in plaats van de normale twee. Vreemd genoeg had die gemuteerde, nieuwe rivierkreeft geen misvormingen als gevolg van al dat extra DNA. Alle nakomelingen bleken identieke, levensvatbare kopieën te zijn, allemaal dus met drie dergelijke sets van chromosomen.

Omdat er bijgevolg geen mannelijke marmerkreeften zijn, kunnen de dieren niet echt paren met eigen soortgenoten. Paren met bijvoorbeeld mannelijke moeraskreeften kan wél, maar omdat de chromosomen niet meer overeenkomen, ontstaan uit die

Foto: Vera Kuttelvaserova Stuchelova.

Vormen van parthenogenese



paringen geen nakomelingen. Daarom werd de marmerkreeft in december van 2017 door Duits bioloog Frank Lyoko van het Duitse Kreeftenonderzoekcentrum en zijn collega's officieel erkend als een aparte soort, die de naam *Procambarus virginalis* kreeg, vrij vertaald de 'maagdelijke kreeft' vanwege de ongeslachtelijk voortplanting.

vruchtbare nakomelingen

Maagdelijke voortplanting ofwel parthenogenese is echter niet ongewoon in het dierenrijk: het komt bijvoorbeeld vaak voor

bij sponzen en zeesterren en incidenteel ook bij kalkoenen, haaien en de mens (eeneiige tweelingen zijn ook klonen). Maar de marmerkreeft was de eerste rivierkreeft waarbij het als soort werd waargenomen en die zich bovendien succesvol aan diverse milieus heeft aangepast. Alleen al op Madagaskar is er een grote diversiteit aan leefmilieus: van vochtig tot droog, van bergachtig tot semi-woestijnachtig en ze komen daar overal voor.

Het feit dat de kreeften zich klonen verklaart niet volledig de wereldwijde verspreiding. Er moest nóg iets een rol spelen. Onze Duitse hobbyist gaf veel van zijn

kreeften weg aan vrienden, die de dieren vaak in de natuur vrijlieten. Dit heeft zeker bijgedragen, maar een doorslaggevende vaststelling is dat de kreeften tegen een stootje kunnen. Zo bleken deze schaaldieren in staat om honderden meters over land te wandelen om bijvoorbeeld in een andere rivier of in een ander meer terecht te komen. Op die manier verspreidde de marmerkreeft zich steeds meer.

Hoe komt dat? Door de weinig genetische variatie waardoor de individuen zich minder gemakkelijk kunnen aanpassen aan de omstandigheden, is klonen in lijn met de Darwinistische beschouwingen in principe

De gemarmerde rivierkreeft dreigt zeven inheemse diersoorten in Madagaskar te verdringen.



Foto: Ranja Andriantsoa/Nature.



Omdat de marmerkreeften afkomstig zijn van een Duits aquarium hebben biologen het graag over de 'Marmorkrebs'.

Foto: Ch. Lukhaup.

nadelig voor een soort. De marmerkreeft heeft daar niet zo'n last van dankzij de aanwezigheid van drie in plaats van twee chromosomensets (een set bestaat uit 23 chromosomen per cel). Dit fenomeen noemt men triploidie. Zen Faulkes, een Amerikaanse marmerkreeftonderzoeker legt het als volgt uit: "Mutaties van genen komen bij alle organismen veel voor en zijn vaak nadelig. Als jij een kloon bent, hebben al je nakomelingen ook last van die nadelige mutatie en per generatie kunnen er nieuwe mutaties bijkomen. Als je maar twee sets chromosomen hebt, dan heb je maar één 'reservekopie' van je gen als het andere gen gemuteerd is. Maar als je, zoals de marmerkreeft, twee reservekopieën hebt, dan heb je dus een extra back-up".

Bovendien komen veel genen van de marmerkreeft voor in verschillende varianten. Dat is handig, want afhankelijk van de leefomgeving kunnen bepaalde genenvarianten wel of niet nuttig zijn.

Daarnaast zijn er een heleboel kortetermijnvoordelen aan klonen als voortplantingsstrategie. De marmerkreeft produceert immers alleen maar vruchtbare nakomelingen, waardoor een explosieve toename mogelijk is.

Op lange termijn – en we spreken hier over honderdduizenden jaren – hebben diersoorten die zich seksueel voortplanten een grotere overlevingskans, want als er een ziektekiem zo evolueert dat het de kreeft kan aanvallen dan zal de soort zeer snel uitsterven. Er worden immers geen nieuwe combinaties van genen gemaakt en dus ook geen mogelijke combinaties die de nieuwe ziekte kunnen afweren.

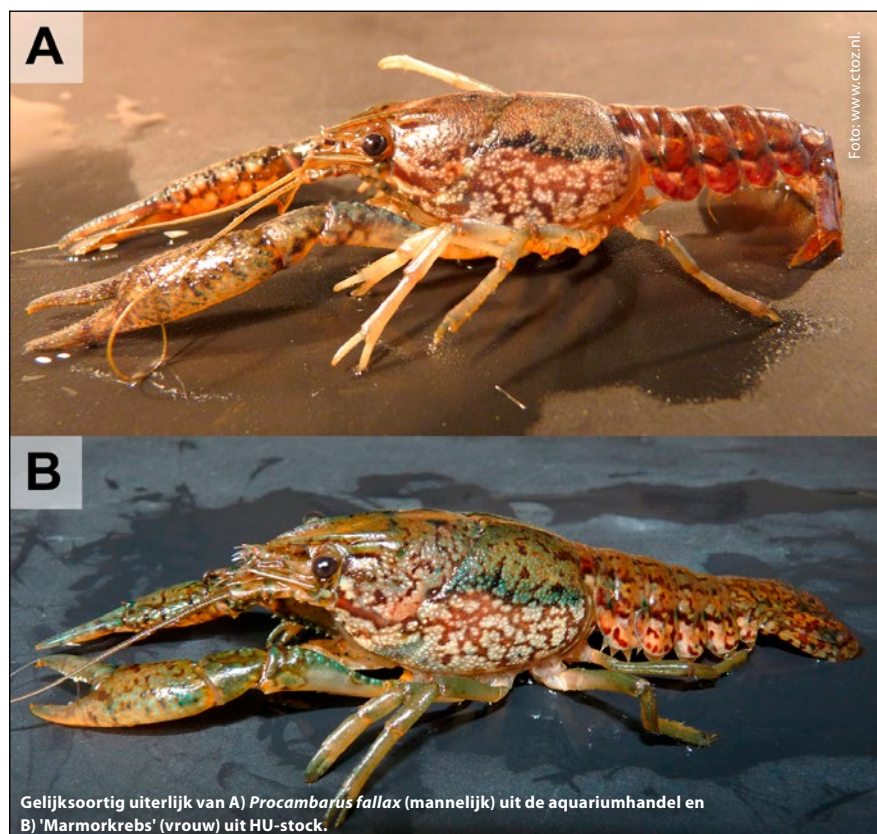
kankeronderzoek

Omdat de marmerkreeften een bedreiging vormen, is het in de Europese Unie ondertussen verboden om de dieren uit te zetten, wat je in feite nooit mag doen. Ook in Noord-Amerika, waar deze geleedpotigen enkel in gevangenschap voorkomen, worden voorzorgsmaatregelen genomen. Enkele staten in de VS hebben de kreeften ondertussen verboden.

Maar gelukkig is het niet allemaal kommer en kwel. In het Duits is het woord voor 'kreeft' en 'kanker' hetzelfde namelijk 'Krebs'. De ironie wil dat wetenschappers van een Duits kankeronderzoeksinstituut

nu het genoom van de marmerkreeft hebben ontrafeld. Het artikel van de Duitse wetenschappers stond in 'Nature Ecology & Evolution'. Dat net kankeronderzoekers in de kreeft geïnteresseerd zijn, komt door de parallellen met de evolutie van tumoren. Ook die vermeerderen zich klonaal en ook die kunnen zich handhaven in heel uiteenlopende 'omgevingen' in het lichaam. Door de marmerkreeft te bestuderen, hopen ze een model in handen te hebben voor de evolutie van het genoom in kanker cellen. ■

PATRICK VAN HOESERLANDE



A

B

Gelijksortig uiterlijk van A) *Procambarus fallax* (mannelijk) uit de aquariumhandel en B) 'Marmorkrebs' (vrouw) uit HU-stock.

Foto: www.ctoz.nl.