

Gekmakende GASTEN

HOE MANIPULATIEVE PARASieten HUN GASTHEER BEÏNVLOEDEN

In een gedenkwaardige aflevering van *Star Trek: the next generation* kruipt een soort lila schorpioen stiekem in de lichamen van de crew, waarna die vreemd gedrag gaat vertonen. Verrassing: zulke bizarre parasieten bestaan echt. Al zijn ze doorgaans een stuk kleiner en niet lila.

Tekst **Diana de Veld**

Het moet een gek gezicht zijn: een dikke, slome muis die vrijwillig naar een hongerige kat toe waggelt. Zo'n muis is niet depressief, maar het slachtoffer van een parasiet die graag in de maag van een kat terecht wil komen. Om dat proces te versnellen, manipuleert de parasiet de hersenen van de muis of rat die hij heeft besmet. Het knaagdier verliest daardoor zijn natuurlijke afkeer van kattengeur. Sterker nog: hij vindt kattengeur opeens heerlijk! Het is een mooi staaltje van wat je gastheermanipulatie kunt noemen: een parasiet beïnvloedt het gedrag van zijn weerloze gastheer, zodat de parasiet zélf betere kansen heeft.

■ Een bruine mier, geïnfecteerd en gemanipuleerd door de leverbotparasiet, wacht boven in een grassprietje tot een schaap hem komt opeten. Daardoor komt dit platwormpje weer waar het wezen wil: in de lever van het schaap.

■ Dezelfde leverbotplatworm in een schapenlever, omkapseld door bindweefsel (roze). Na drie tot vier maanden produceert de parasiet eieren die in de ontlasting van het schaap terechtkomen.

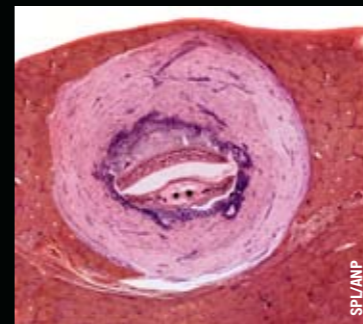
De parasiet in dit voorbeeld, *Toxoplasma gondii*, verblijft het liefst in de darmen van een kat. Dat is namelijk de enige plek waar hij zich geslachtelijk kan voortplanten. Het resultaat van die voortplanting bestaat uit oöcysten, een soort eitjes, die via kattendoep de wijde wereld in gaan (of, als je geluk hebt: de kattenbak). Ze kunnen tot wel een jaar overleven. Krijgt een (knaag)dier de eitjes binnen, dan reizen ze via zijn bloed naar de spieren en hersenen.

verschonen. Maar liefst negen op de tien Fransen (rauwvleeseters bij uitstek) zijn met de parasiet besmet. En ongeveer vier op de tien Nederlanders. Erg? Valt wel mee. Zolang je geen verzwakte afweer hebt door bijvoorbeeld hiv en ook niet zwanger bent, merk je helemaal niets van een besmetting. Of toch wel...? Onderzoekers hebben aangetoond dat mensen die ooit besmet zijn met toxoplasmose, een iets ander karakter hebben. Vrouwen kleden zich bijvoor-

Het kan dat sexy vrouwen vaker een kat hebben. Maar het kan ook dat toxoplasmose erachter zit

Als een ander dier de besmette gastheer vervolgens opeet, krijgt hij de parasiet binnen en raakt zelf besmet. Is het roofdier een kat? Dan is de cirkel weer rond. Ook bij mensen komt besmetting met toxoplasmose vaak voor. Je kunt hem binnenkrijgen door rauw vlees of ongewassen groenten te eten, door te werken in de moestuin of door de kattenbak te

beeld wat sexier, zijn hartelijker en hebben meer vrienden. Besmette mannen zorgen juist wat minder goed voor zichzelf en zijn agressiever. Het zou natuurlijk kunnen dat sexy vrouwen vaker een kat hebben en dat onverzorgde mannen meer rauw vlees eten. Maar het kan ook dat toxoplasma erachter zit. Hoewel de parasiet er bij ons niets mee opschiet, manipuleert



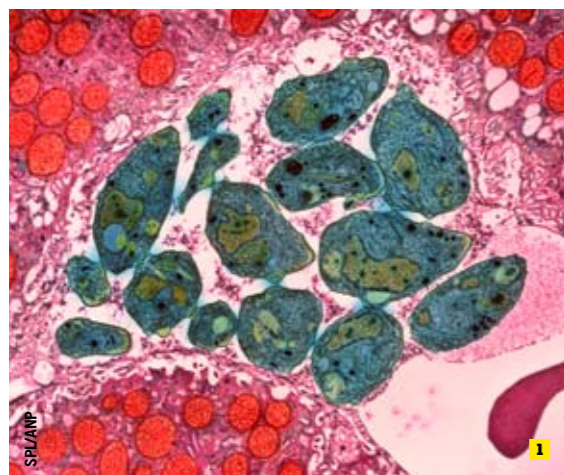
SPL/ANP

SPL/ANP



Van je vrienden... nee, van je slachtoffers moet je het hebben. Deze rups beschermt de poppen van de sluipe wesp die haar infecteerde: ze blijft vlakbij en spint zijde om ze heen.

José Lino-Neto



SPL/ANP



Steve Yanoviak

1 Dit leverweefsel (roze) is geïnfecteerd door parasieten van de soort *Toxoplasma gondii* (groen). De parasiet vermenigvuldigt zich in kattendarmen en vormt oöcysten, een soort eitjes, die in de ontlasting belanden.

2 Smakelijk rood besje? Nee, deze mier is besmet door een rondwormparasiet die zijn buik rood laat opzwellen. Zo kan de parasiet straks meeliften in de maag van een hongerige vogel.

hij per ongeluk ook onze hersenen. Er zijn zelfs onderzoekers die geloven dat toxoplasma de kans op schizofrenie vergroot.

Schapekringloop

Toxoplasma is niet de enige manipulatieve parasiet. Neem de leverbot. Dit platwormpje leeft in de lever en galwegen van een herkauwer, bijvoorbeeld een schaap. Dat schaap gaat hier niet onmiddellijk aan dood, maar krijgt wel allerlei klachten zoals bloedarmoede, diarree en gewichtsverlies. Daar zit de leverbot niet mee: hij groeit en bloeit en legt volop eitjes. Die komen vervolgens via de schapepoep in het weiland terecht, waar een klein slakje ervan

nemen. Uiteindelijk komt de leverbot zo opnieuw in een schaap terecht, waar hij zich door het spijsverteringsstelsel naar de lever wurmt. En zo begint alles weer van voor af aan.

Zorgzame gastheren

Nog een voorbeeld. In Midden-Amerika leeft een parasitaire wesp die het voorzien heeft op een spinensoort. De wesp legt zijn eitjes op de buik van een spin die vrolijk een web aan het spinnen is. Als het eitje uitkomt, werkt de larve zich naar binnen en leeft daar een aantal dagen van het bloed van de spin, zonder dat die daar iets van merkt. Dan komt het: als de larve zich gaat verpoppen, spuit hij de

Als de larve zich verpopt, spuit hij de spin vol chemicaliën, zodat die krankzinnig wordt

snoept. In de slak komen de eitjes uit en de zojuist geboren minileverbotjes glibberen zich een weg in het slakkenslijm. En mieren zijn (echt waar) weer dol op slakkenslijm. Zodoende belandt de leverbot in een mier.

Nu komt de moeilijkste stap: van mier terug naar schaap. Schapen eten in principe geen mieren, dus hoe bereik je dat? De leverbot presteert het om, op een nog onbegrepen manier, de mierenhersenen zó te manipuleren, dat de mier de aandrang krijgt om elke nacht helemaal boven in een grassprietje te gaan zitten. Terwijl de rest van de mierenkolonie lekker beneden blijft, zit de geïnfecteerde mier daar te wachten tot een hongerig schaap een hapje gras komt

spin vol met chemicaliën die ervoor zorgen dat ze krankzinnig wordt. In plaats van zijn normale web te spinnen, gaat hij wel veertig keer op en neer, en bouwt zo een sterk, verticaal web. Perfect als cocon waarin de larve zich kan ontpoppen. Als het coconweb klaar is, doodt de larve zijn zorgzame gastheer, zuigt hem leeg en gaat prinsheerlijk in het web hangen. Tot er anderhalve week later een wesp uitkomt. Missie geslaagd. De Nederlandse onderzoekers Amir Grosman en Arne Janssen, van de Universiteit van Amsterdam, doen samen met collega's in Nederland en Brazilië onderzoek naar een andere parasitaire wesp. Deze heeft het niet op een spin, maar een rups voorzien. De

wesp, die voorkomt in Noord- en Midden-Amerika, legt haar eitjes in een rups die ooit een motje hoopt te worden. De eitjes komen uit in de rups en de wespenlarven voeden zich met rupsenbloed. De rups heeft daar ogenschijnlijk geen last van en eet en groeit gewoon verder. Als de wespenlarven zijn uitgegroeid, kruipen ze de rups uit en beginnen te verpoppen. Maar dat is niet het eind van het verhaal. Janssen: "Op de een of andere manier veranderen de parasiterende larven het gedrag van de rups zó, dat die de wespenpoppen beschermt. Als een waakzame moeder blijft de rups vlak bij de poppen zitten en spint zijde om ze heen. Als een ander insect, bijvoorbeeld een stinkkever, de poppen wil opeten, slaat de rups woest met haar hoofd, tot de aanvalleur afdruipt." De onderzoekers zagen in Brazilië dat de wespenpoppen dankzij hun gastheerbescherming inderdaad betere overlevingskansen hadden. Dat geldt niet voor de rups zelf: die gaat dood, niet lang nadat de volwassen wespen uit de poppen zijn gekropen.

In dit geval is het dus duidelijk dat de gedragsmanipulatie voordelig is voor de parasiet en niet voor de gastheer. Maar dat is niet altijd duidelijk. "Bij de leverbot zou het bijvoorbeeld ook kunnen dat de mier in de grasspriet klimt omdat het daar 's nachts koeler is dan in de kolonie", speculeert Janssen. "De kou kan de ontwikkeling van de leverbot afremmen, waardoor de mier langer blijft leven. Dan is het dus in zijn eigen belang om daar te gaan zitten, en niet of niet alleen voor de parasiet."

Worm te water

Hoe een parasiet het gedrag van zijn gastheer manipuleert, is in bijna alle gevallen nog onbekend. Waarschijnlijk spelen chemische stoffjes een rol, die op de hersenen of zenuwen inwerken. In het geval van de wesp met zijn beschermende rups denkt Janssen dat misschien enkele achtergebleven larfjes in de rups die stoffen afscheiden, al moet dat nog verder worden onderzocht. Maar natuurlijk zijn er ook andere manieren om het gedrag van je gastheer te beïnvloeden dan via zijn hersenen. Kijk maar naar de guineaworm. 



Max Wainhaftig/cc-by-as 3.0

Cocons van een parasitaire sluipe wesp op de rug van een geïnfecteerde rups. Het gedrag van de rups is zo gemanipuleerd dat hij agressief reageert wanneer iemand 'zijn' cocons kwaad wil doen.

SCHIETEN OP PARASieten

Dat parasieten die mensen kunnen beïnvloeden tot de verbeelding spreken, blijkt ook uit het computerspel *Resident Evil*. In deel 4 krijg je het aan de stok met simpele boeren die door parasieten zijn veranderd in snelle, slimme vijanden. Dat bleek onder gamers een doorslaand succes; dus gaat *Resident Evil 5* (2009) op dezelfde voet verder. Opnieuw zijn je vijanden eenvoudige dorpelingen die door parasieten zijn getransformeerd in bloeddorstige monsters. Met dat verschil dat de parasieten in het nieuwe spel hun gastheer ook weer verlaten en jou lastig komen vallen.



Dit horrorbeest, dat tientallen centimeters lang kan worden, kun je binnenkrijgen als je van besmet water drinkt; niet in Europa, maar wel in Afrika of Azië.

Via je dunne darm boort de worm zich een weg door je lichaam, paart daar onbezorgd met zijn soortgenoten, en bereikt uiteindelijk, dwars door je vlees heen, de huid. Daar produceert hij een zuur, met als gevolg een pijnlijke blaar die uiteindelijk openbarst. O, verschrikking: zie hoe de worm langzaam vanuit je lichaam naar buiten kruipt... En dat is niet het enige: door het brandende zuur krijg je de onweerstaanbare neiging om in het water te springen. En dat is nu n t waar de worm bij gebaat is. Want zodra zijn slachtoffer inderdaad het verkoelende vocht opzoekt, stoot de worm een soort melk uit met duizenden larven erin. Zodat de volgende zwemmer in het water waarschijnlijk  ok besmet raakt. Gelukkig begrijpen we inmiddels hoe de guineaworm zich verspreidt. Potentiële slachtoffers weten nu dat ze niet in besmet water moeten gaan zwemmen, en wie toch een worm heeft opgelopen, weet dat hij beslist ge en verkoeling in het water moet zoeken. Kennis is macht: het aantal guineaworminfecties is gedaald van 3,5 miljoen per jaar in 1986 tot minder dan 10.000 nu.



Expres of per ongeluk

De lijst van wrede parasieten is nog lang niet ten einde. Haarwormen die hun sprinkhaangastheer aanzetten tot zelfmoord door in het water te springen. Platwormen die een visje infecteren, waarna die een gekleurde buik krijgt en dicht bij het wateroppervlak gaat zwemmen, zodat hij een aantrekkelijk meeuwenmaaltje wordt. Of malarieparasieten, die muggen nog bloeddorstiger maakt dan ze al

den er agressief van en bijten er flink op los. Met al dat speeksel-schuim is een nieuw slachtoffer voor het virus snel gevonden. Maar doet zo'n parasiet, virus of bacterie dat nou expres, het gedrag van zijn gastheer beïnvloeden? Of gaat het om een toevallige bijwerking, zoals sceptici beweren? "Het is natuurlijk niet zo dat een parasiet heeft zitten bedenken hoe hij zijn gastheer kan manipuleren", zegt Janssen. "Net

▲ De guineaworm, die zich verspreidt via stilstaand water, kan in de mens wel 90 centimeter lang worden. Verwijderen doe je door hem om een stokje te wikkelen en langzaam naar buiten te trekken.

Verkoudheid zorgt ervoor dat je veel niest, zodat je flink wat bacillen de lucht in stuurt

zijn zodat ze sneller bij een nieuwe gastheer belanden. Toch hebben parasieten geen alleenrecht op manipulatie van hun gastheer. Virussen en bacteriën kunnen er ook wat van. Het maar al te gewone verkoudheidsvirus zorgt er bijvoorbeeld voor dat jij veel niest, zodat je flink wat bacillen de lucht instuurt die weer anderen kunnen besmetten. En diarree bij cholera werkt de verspreiding van bacillen ook lekker in de hand. Maar een nog mooier voorbeeld is hondsdolheid (rabiës). Dit virus, dat zich via speeksel verspreidt, infecteert de hersenen en zorgt ervoor dat zijn 'gastheer' gaat schuimbekken. Honden wor-

zoals alle andere eigenschappen die tijdens de evolutie zijn ontstaan, moet de manipulatie toevallig begonnen zijn. Als je toevallig een stofje aanmaakt dat ervoor zorgt dat je gastheer jou een beetje beschermt, dan heb je meer kans om te overleven. Zo treedt er natuurlijke selectie op, waardoor er uiteindelijk steeds meer parasieten komen die dat bewuste stofje aanmaken."

◀ 4113

Ga voor de geraadpleegde sites naar www.kijk.nl/links