

SUPERBOER OP ZES POTEN



Waar begint samenwerking en eindigen conflicten, en vice versa? Dit welhaast filosofische vraagstuk probeert evolutiebioloog dr. Duur Aanen te doorgronden aan de hand van een van de oudste vormen van landbouw die er op de aardbol te vinden zijn: schimmelkwekende termieten. Deze miljoenen jaren oude symbiose heeft geleid tot een strikte monocultuur.

door GERT VAN MAANEN. foto ERFELIJKHEIDSLEER

Termieten zijn superboeren. Ze verrichten heel veel arbeid om het hun schimmels naar de zin te maken', zegt dr. Duur Aanen, postdoc bij de leerstoelgroep Erfelijkheidsléer. 'De schimmel en de termieten lijken volledig op elkaar aangewezen. Toch zijn er de nodige onderhuidse conflicten die een stabiele samenwerking bedreigen. Een van de hoofdvragen van ons huidige onderzoek is hoe samenwerking binnen een van de partners in de symbiose, de schimmel, de samenwerking tussen de partners beïnvloedt.' Deze zomer kreeg Aanen van onderzoeksfinancier NWO een zogeheten vidi-subsidie van 600 duizend euro om als veelbelovende wetenschapper een eigen vernieuwende onderzoekslíjn te ontwikkelen. Voor Aanen een uitgelezen mogelijkheid om zich verder te verdiepen in een van de mysteries in de biologie, het bestaan van samenwerking met wederzijds voordeel tussen verschillende soorten, in vaktermen mutualistische symbiose. Daartoe onderzoekt hij het verbond tussen termieten en schimmels.

Uit eerder onderzoek van Aanen en Deense collega's blijkt dat dit verbond al ruim dertig miljoen jaar bestaat. 'De twee soorten zijn volledig van elkaar afhankelijk en toch lopen de belangen niet altijd parallel. Zo reproduceren de schimmel en de termieten zich onafhankelijk en dit betekent dat ze in feite met elkaar concurreren over hoeveel voedsel er uiteindelijk voor reproductie gebruikt wordt. En zelfs binnen de schimmel is er een intrigerend genetisch conflict tussen celkernen en mitochondriën, de energiefabriekjes die over eigen DNA beschikken. Er is al veel onderzoek gedaan vanuit het perspectief van de termieten, ik kijk vooral naar de consequenties van samenwerking voor de schimmel', aldus Aanen.

AIRCONDITIONER

Vrijwel alles is wonderlijk aan schimmelhoudende termieten. De schimmeltuinen van deze sociale insecten bevinden zich voornamelijk in de karakteristieke termietenesten op de savannes van Afrika en Azië. In Zuid-Amerika leven ook mieren die schimmels kweken, maar die doen dat vooral in het voor schimmelgroei ideale klimaat van het regenwoud. Met temperatuurschommelingen van soms meer dan 35 graden is de Afrikaanse savanne juist geen ideale plaats om paddenstoelen te kweken. De termieten moeten dan ook alle zeilen bijzetten om een optimaal binnenklimaat te realiseren. De bovengrondse termietenheuvels functioneren daarbij als een soort airconditioner om de temperatuur van de schimmeltuinen, die zich in en onder de heuvel bevinden, netjes tussen de 29 en 31 graden te houden. Aanen: 'Als je een stukje heuvel afdekt of ergens een gat maakt, gaan de termieten meteen aan de slag om de gevolgen voor het binnenklimaat teniet te doen.'

In de galerijen van het nest slepen de termieten con-

stant plantmateriaal aan, het voedsel waarop de schimmels leven. De door de insecten gedomesticeerde witrotschimmel van het geslacht *Termitomyces* is zelfs in staat het hardnekkige houtbestanddeel lignine af te breken. Dat maakt de schimmelkwekende termieten tot de belangrijkste recyclers van de savanne. De termieten oogsten de op het substraat opbloeiende schimmelknopjes – nodules – en zaaien bijna gelijktijdig weer schimmelsporen uit via hun uitwerpselen. Mensen kunnen profiteren van de inspanningen van de termieten; de paddenstoelen die af en toe uit de ondergrondse schimmeltuintjes groeien zijn uitstekend eetbaar. Het bekendst is de *Termitomyces titanicus*, de grootste eetbare paddenstoel ter wereld. Aanen: 'Ze zijn in Afrika zo geliefd dat je ze haast nooit ziet. Ze worden meteen geplukt, want ze zijn smakelijk en extreem voedzaam. Veel voedzamer dan champignons. Wel begrijpelijk, als je bedenkt dat termieten deze paddenstoel al miljoenen jaren hebben veredeld, terwijl wij hooguit enkele duizenden jaren champignons in grotten houden.'

MONOCULTUUR

Helaas is het mensen nog niet gelukt om *sampioenen*, zoals de termietenpaddenstoelen in Zuid-Afrika heten, te kweken, maar als het aan Aanen ligt komt daar verandering in. Een student gaat binnenkort kijken of de paddenstoelen op zaagsel willen groeien.

De praktische toepassing van de schimmel is echter niet de grootste drijfveer in zijn onderzoek. 'Schimmels zijn voor mij interessant omdat ze een extreme vorm van sociaal gedrag vertonen, namelijk fusie tussen verschillende individuen. Termieten exploiteren dit gedrag door schimmelsporen in hoge dichtheid op vers substraat uit te zaaien. Na kieming fuseren de gekiemde sporen, zodat het substraat in korte tijd gekoloniseerd wordt door een groot samenhangend schimmelnetwerk. De schimmel kan zich echter ook nog steeds seksueel voortplanten, waarbij vanuit het nest paddenstoelen groeien die sporen buiten het nest verspreiden. De koningin en de koning van de termieten die een nieuwe kolonie beginnen nemen de schimmel niet mee uit de oude kolonie. De schimmel wordt dus waarschijnlijk steeds weer uit de omgeving, via sporen, opgepikt.' Bij de Zuid-Amerikaanse schimmels die door mieren worden gehouden komt wel vrijwel uitsluitend verticale transmissie voor: iedere mierenkolonie neemt haar eigen kloon schimmels mee naar een nieuw nest. Ook bij een klein aantal termietensoorten is dit het gebruik, maar Aanen onderzoekt juist de termieten die hun schimmel dus niet erven uit de inboedel van de oude kolonie. 'Bij deze termietensoorten verwacht je immers dat ze vrij gemakkelijk andere schimmels in hun tuintjes opnemen, zodat mengteelten ontstaan maar dat lijkt juist niet het geval te zijn. Voor een termiet is een monocultuur blijkbaar ideaal', aldus Aanen.

Een mogelijke verklaring hiervoor is af te leiden uit de laboratoriumexperimenten die Aanen samen met colle-

LOOPBAAN DUUR AANEN



foto Guy Ackermans

1971 geboren te Hoornaar
1994 studeert af als evolutionair bioloog in Utrecht
1999 promoveert op soortsvorming van de radijsvaalhoed in Wageningen
2000 postdoc bij de Universiteit van Kopenhagen
2004 universitair docent Universiteit van Kopenhagen
2006 speerpunt postdoc bij de onderzoeksschool PE & RC in Wageningen
2007 toekenning VIDI-subsidie door NWO

ga's heeft uitgevoerd. 'Hiervoor kweken we de schimmel op een petrischaal en spelen zelf de termiet door te oogsten en te zaaien. We schrappen gewoon de schimmelbolletjes af, brengen een deel van de sporen in een suspensie die we dan weer uitgieten op een nieuwe voedingbodem. Dit simpele systeem maakt het mogelijk iets te doen wat je in de natuur niet ziet: het uitzetten van een mengcultuur.'

Terwijl een monocultuur een prachtige oogst aan schimmelbolletjes oplevert, is dat bij een mengcultuur juist niet het geval. 'De totale opbrengst in een monocultuur is veel hoger, de schimmels werken dan met elkaar samen. Als er één vreemdeling tussen zit dan delft die het onderspit. Het blijft dan een eilandje in een zee van samenwerkers', zegt Aanen. Zo'n monocultuur heeft door de hogere opbrengst dus voordeel voor zowel termiet als schimmel.

SCHONE TUINDERS

Wonderlijk genoeg hebben de termietboeren en hun gewas ook weinig last van onkruiden en plagen, zo blijkt uit het promotie-onderzoek dat zijn collega Anna Visser uitvoert naar de ecologische stabiliteit in termietenesten. 'Als je de termieten weghaalt bloeit er in een mum van tijd een andere schimmelsoort op, maar in aanwezigheid van termieten vind je die eigenlijk nooit. Blijkbaar zijn termieten extreem schone tuinders. Hóe ze hun tuinen schoon houden is vooralsnog een raadsel. We hebben nog geen aanwijzingen gevonden dat ze – net als mieren – antibiotica als bestrijdingsmiddelen gebruiken', aldus Aanen.

Er zijn volgens Aanen ook voor onze landbouw lessen te trekken uit zijn onderzoek. 'Een belangrijke boodschap is dat domesticatie echt tweerichtingsverkeer is, een vorm van co-evolutie dus. We kunnen als mens denken dat wij granen en runderen hebben gedomesticeerd, maar wat we vaak niet in de gaten hebben is dat we daardoor in bepaalde opzichten ook zelf onomkeerbaar zijn veranderd.' <