

‘Landbouw is een fascinerende vorm van mutualistische symbiose en co-evolutie’

Verslag NWG Wageningen-lezing ‘Schimmelkwekende termieten – de evolutie van een landbouwsysteem’ door evolutiebioloog Duur Aanen, persoonlijk hoogleraar aan Wageningen Universiteit - dinsdag 6 december 2022, Forum, Wageningen Campus

- door Gert van Maanen

‘Het is misschien een provocerende stelling, maar ook de menselijke landbouw is met een biologische bril op niet veel meer dan een mutualistische symbiose. Vanuit fitness gezien nog heel succesvol ook en niet alleen voordelig voor de mens: op aarde leeft nu 0,007 gigaton aan wilde zoogdieren, terwijl de totale biomassa aan vee ongeveer 0,1 gigaton betreft’, vertelt Duur Aanen in zijn inleiding over schimmelkwekende termieten. ‘Er is ook sprake van wederzijdse genetische aanpassing. Natuurlijk in de veefokkerij, maar ook bij mensen zien we aanpassingen in de frequenties van het vermogen om als volwassenen melkeiwitten te kunnen afbreken door dan het enzym lactase te blijven produceren. Niet alleen in Noord-Europa, maar parallel ook bij herdersvolken in Afrika, zijn er parallel verschillende mutaties geselecteerd. Daarnaast zijn mensen genetisch aangepast aan zetmeelrijk voedsel. Ook bij menselijke landbouw is dus sprake van co-evolutie’.

In zekere zin zijn planten met hun fotosynthese ook een voorbeeld van co-evolutie, door blauwalgen als het ware te domesticeren en in hun cellen op te nemen. ‘Ook als je de definitie wat nauwer aanhoudt is de mens niet uniek in het bedrijven van landbouw’, constateert Aanen. Inzaaien, kweken of fokken, oogsten voor voedsel en daar vrijwel volledig afhankelijk van worden om te overleven, komt meer voor in de natuur. ‘Er zijn gele weidemieren die wortelluizen kweken op de wortels van planten als bron van suikers door de wortelluizen te melken, maar ook als eiwitbron, door een deel van de wortelluizen te slachten. Maar de twee bekendste voorbeelden zijn toch wel schimmelkwekende bladsnijdermieren in de Nieuwe Wereld en termieten in de Oude Wereld. Die hebben grote ecologische impact: een kolonie bladsnijdermieren kan bijvoorbeeld in één nacht wel een complete boom ontbladeren’, vertelt Aanen. Ook de schimmelkwekende termieten in Afrika en delen van Azië – soms ten onrechte ook wel ‘witte mieren’ genoemd – hebben een grote impact op savannesystemen. Ze beheren ondergronds soms meer dan een kubieke meter aan schimmels, waarvoor ze een heel ingenieus ventilatiesysteem onderhouden. ‘Er zijn binnen een kolonie termieten die kleine vruchtlichaampjes van de schimmel oogsten en andere die steeds weer zorgen voor nieuw groeisubstraat om de productie op gang te houden. Dat alles staat in dienst van de twee reproducerende individuen of koning en koningin die tot wel 30.000 eitjes per dag produceren: nakomelingen die met schimmel gevoed worden.’

Deze termietenlandbouw is ooit in het regenwoud van Afrika ontstaan: een eenmalige en onomkeerbare overgang zo blijkt uit stamboomonderzoek. ‘Eén lijn termieten heeft één lijn schimmels gedomesticeerd, of andersom, en we kunnen berekenen dat dit ongeveer 30 miljoen jaar geleden is gebeurd. Een belangrijke vraag is natuurlijk: hoe is het ooit begonnen? Daarover hebben we wel ideeën, maar weinig harde bewijzen’, aldus Aanen. Een mogelijk scenario gaat uit van een neststructuur, die bestaat uit geaccumuleerde eigen uitwerpselen, materiaal dat de termieten niet zelf konden verteren. De schimmel die hierop ging groeien is de termieten gaan benutten als een continucultuur. Inmiddels is hierbij sprake van vergaande specialisatie en zelfs van een vorm van herkauwen. ‘Werkers die ouder zijn dan 30 dagen werken buiten en brengen plantmateriaal naar binnen, en daar ondergaat het een eerste darmassage door jonge werkers. Dat herhaalt zich na een interval van enkele weken, wanneer het inmiddels met schimmel doorgroeide en verteerde plantenmateriaal door oude werkers wordt gegeten, zodat je kunt spreken van herkauwen, net als bij koeien’, vertelt Aanen. Er is volgens hem in 1989 ooit een zeldzame termietensoort (*Sphaerotermes sphaerothorax*) beschreven die in plaats van een schimmel bacteriën kweekt en die mogelijk de ‘missing link’ is tussen ‘jager-verzamelaar- en landbouwtermieten’, die uiteindelijk door een adaptieve radiatie meer dan 350 schimmelkwekende soorten gevormd hebben.

De betrokken schimmels zijn allemaal afkomstig uit de Lyophyllaceae-familie, waaronder de Afrikaanse schimmelsoort *Termitomyces titanicus* die enorme paddenstoelen kan vormen, die veel door mensen verzameld en gegeten worden. Aanen en collega's gingen in 2016 op expeditie naar Colombia en Puerto Rico omdat daar in de nevelwouden ook paddenstoelen uit deze familie gevonden worden, die niet geassocieerd zijn met termieten. Ze verzamelden sporen van de schimmel en brachten die ook in cultuur, en lieten zien dat deze soorten ook op insectenfeces groeien, maar vooralsnog zijn de bijbehorende insecten nog niet geïdentificeerd. Er zijn volgens Aanen wel sterke aanwijzingen dat het om keverlarven gaat.

Hoewel er een wederzijds voordeel is bij de symbiose tussen schimmels en termieten of mieren, is het grotendeels nog een mysterie hoe de insecten en schimmels elkaar steeds weer weten te vinden. Termietenkolonies ontstaan uit alaten, uitvliegende individuen die nieuwe kolonies starten maar die bij de meeste soorten de schimmel niet met zich meenemen. Bij schimmelkwekende mieren is dit anders: hier neemt de aanstaande koningin bij het uitvliegen een stukje schimmel mee als entmateriaal voor de nieuwe kolonie. Aanen: 'Maar termieten erven de schimmels dus niet en zijn dus genoodzaakt die steeds weer te verwerven als een nieuwe kolonie gestart wordt. Hoe ze dat doen, en of de termieten actief de schimmel vinden of dat de schimmelsporen juist zelf de termietenkolonie koloniseren, weten we nog niet'.

Bij kolonies die in evenwicht verkeren vindt geen vorming van grote paddenstoelen plaats, maar wordt de zwamvlok steeds in een vroeg stadium geconsumeerd. 'De vorming van paddenstoelen is vanuit de termieten geredeneerd een enorme verspilling van energie', aldus Aanen. Opmerkelijk is ook dat termieten hun schimmels altijd kweken in de vorm van een monocultuur, als één zuivere schimmelkloon. 'Iedere kolonie heeft zijn eigen monocultuur en we denken dat dit ook adaptief is, omdat het competitie verhindert. Zo zit er welhaast een soort ijzeren gordijn tussen verschillende kolonies. Ook in onze experimenten in petrischalen blijken de schimmeltuintjes het meest succesvol als je ze als monocultuur inoculeert en opkweekt. In mengteelten verkrijgen we steeds een lagere productie aan biomassa, in vergelijking met monoculturen.' Opmerkelijk genoeg hebben die monoculturen eigenlijk geen last van parasieten of ziekten. Dit doet volgens Aanen vermoeden dat termieten antibiotica produceren om – net als boeren met pesticiden - hun teelten schoon te houden. 'Dat is een claim, de werkelijkheid is dat we het nog niet weten. Er zijn nog veel aspecten in de landbouwsystemen van insecten die ons blijven fascineren. Het is mooi dat zo'n landbouwsysteem kan ontstaan uit zelforganisatie, op een heel gestructureerde manier maar ook met een breed pallet aan variaties.'

