

‘Bodemmicrobiomen sturen de bovenwereld’

Verslag NWG Wageningen-lezing ‘Back to the roots’ door microbiële ecoloog Jos Raaijmakers, hoofd microbiële ecologie NIOO-KNAW en hoogleraar microbiële interacties en biodiversiteit aan de Universiteit Leiden

- dinsdag 10 januari 2023, Forum, Wageningen Campus

- door Gert van Maanen

‘We realiseren ons steeds meer dat we als mens niet één organisme zijn, maar dat we vol zitten met microbiomen, van top tot teen en van buiten naar binnen. Microbiomen die mede bepalen hoe we ruiken, hoe we ons eten verteren en hoe we ons voelen. Ook in het leven van planten spelen microbiomen een sleutelrol, die zitten vaak ondergronds en staan in contact met wortels van planten: vandaar de titel van deze lezing’, vertelt Jos Raaijmakers aan het begin van zijn voordracht. Het humane genoom beschikt over ongeveer 23 duizend genen, maar de humane microbiomen over miljoenen genen. Dat toont volgens Raaijmakers de potentie van microbiomen: ‘het levert eukaryoten eigenlijk een enorm tweede genoom waaruit ze kunnen putten.’

Het microbioomonderzoek richt zich vooral op drie belangrijke vragen: welke microben zijn aanwezig, waar zitten ze en wat doen ze daar? ‘We zijn begonnen met ‘postzegels verzamelen’ en ontdekten soms een ‘postzegel’ die heel veel waard is. Pas de laatste 5 jaar richt het onderzoek zich veel meer op functionaliteit: welke bijdragen leveren microben aan het functioneren van het ecosysteem, welke mechanisme bepalen de samenstelling van microbiomen en hoe passen microbiomen zich aan?’ De klassieke manier om microben te bestuderen – door ze te isoleren en te kweken op agar – is hierbij steeds meer vervangen door analyses aan DNA, RNA, eiwitten en metabolieten.

Inmiddels is duidelijk dat elke persoon zijn eigen karakteristieke microbioom heeft en dat dit grote consequenties heeft voor groei, ontwikkeling en gezond of ziek zijn. Er komen ook steeds meer toepassingen rond darmmicrobiomen bij de mens: de inzet van probiotica en prebiotica – of de combinatie synbiotica – en het transplanteren van gehele microbiomen, zoals poeptransplantaties bij ernstige darmproblemen. ‘In principe geldt voor planten hetzelfde, al is de taxonomie van plantmicrobiomen wel anders’, stelt Raaijmakers. Een simpele proef maakt in een oogopslag het belang van microbiomen zichtbaar: het *blind date*-experiment waarbij drie plantensoorten (zandraket, alsem en broccoli) met drie verschillende microbiomen worden opgekweekt laten ingrijpende gevolgen zien voor de groei die de planten vertonen. ‘Bodemmicrobiomen sturen de bovenwereld alsook de onderwereld’, aldus Raaijmakers.

Dit verklaart volgens hem ook de impact van domesticatie van planten en de zoektocht naar de ‘missende’ microben die verloren zijn gegaan tijdens domesticatie en veredeling. Het heeft daarom zin om voor het verduurzamen van de voedselproductie na te denken over ‘rewilding van plantmicrobiomen’. Hierover publiceerde hij nog recent samen met de Amsterdamse evolutiebioloog Toby Kiers (*Science*, 10 november 2022). In dit artikel stellen zij voor om het microbioom te onderzoeken van de wilde verwanten van onze voedselgewassen in verschillende bodems uit de oorsprongsgebieden. Met GWAS – genoombrede associatiestudies – is het volgens Raaijmakers mogelijk een soort ‘metrokaartje’ te genereren die meer inzicht biedt in de associatie tussen plantengenen en specifieke microben in het microbioom. ‘De belangrijkste uitdaging waar we voor staan is de waarde van die associaties te achterhalen om die uiteindelijk te gebruiken voor veredeling van gewassen.’

[Pauze]

Na de pauze stelt Raaijmakers een toepassingsproject centraal: *Promise - Promoting Root Microbes for Integrated Striga Eradication* – een ontwikkelingsprogramma gefinancierd door de Bill & Melinda Gates Foundation. Hierin staat het gewas sorghum centraal, een zeer droogtetolerant graangewas dat

wereldwijd door ongeveer 350 miljoen kleine boeren wordt verbouwd en zowel voeding, voer, vezels als brandstof levert. 'Een belangrijke opbrengstbepalende factor is *Striga*, een parasitair onkruid met hele mooie bloemetjes. Tenminste vijftig miljoen hectare grond in Afrika is geïnfecteerd met *Striga*', vertelt Raaijmakers. Dit komt omdat *Striga* met heel veel kleine zaden in de top laag van de bodem aanwezig is en één *Striga*-plant wel 25 duizend zaden of meer kan genereren. Voor het project is een PCR-gebaseerde detectiemethode ontwikkeld om de diagnose *Striga* te kunnen stellen en ook kwantitatief te kunnen bepalen hoeveel zaden in de bodem zitten.

Het idee achter de experimenten in Ethiopië is met microben – of chemische stoffen uit microben – te interfereren in specifieke stadia van de levenscyclus van *Striga*. Uit onderzoek blijkt dat *Striga*-zaden alleen kiemen bij aanwezigheid van strigalactonen in de bodem. Dit zijn stoffen die de sorghumplanten zelf uitscheiden om gunstige mycorrhizaschimmels aan te trekken. Een ander belangrijk moment in de levenscyclus van *Striga* is de vorming van haustoria – aanhechtingsstructuren waarmee *Striga*-kiemen verbinding leggen met de houtvaten van sorghum, wat vervolgens de parasitaire levensstijl mogelijk maakt. Laboratoriumonderzoek met meer dan 200 verschillende soorten bodembacteriën leverde uiteindelijk een organische remstof op, DMDS (dimethyldisulfide), die de kieming van *Striga*-zaden sterk onderdrukt. 'Hoe kom je nu van het lab naar het veld?', schetst Raaijmakers de lastige vervolgstap. 'Microben in het veld introduceren als een soort probiotische behandeling is complex. Dus uiteindelijk zijn we gaan kijken naar de biosynthese van DMDS. Die blijkt gestimuleerd te kunnen worden in specifieke bodemmicroben door toevoeging van het aminozuur methionine aan de bodem. Als dat in voldoende mate en gedurende 48 uur aanwezig is, zie je dat *Striga*-zaden niet meer kiemen.'

Een eerst veldexperiment onder gecontroleerde omstandigheden op twee locaties in Ethiopië laat zien dat dit onder praktijkomstandigheden kan werken. Maar, erkent Raaijmakers, na talrijke vragen die de aanwezigen op hem afvuurden: 'Er zijn nog tal van vragen en mogelijke bij-effecten die we moeten onderzoeken, maar dit laat wel zien dat kennis van bodemmicrobiomen kan helpen ogenschijnlijk bovengrondse problemen te bestrijden of beheersen. Het heeft zin om *back to the roots* te gaan.'



Foto: Dario Ramirez
onderzoeklocatie in de Andes