

De lange weg naar *stikstofbindende* tarwe

Aardbeien stikstofbindend maken is nog een brug te ver, en tarwe al helemaal, maar een eeuw na de eerste stappen doen Wageningse en Leuvense onderzoekers weer een poging.

MARIANNE HESELMANS

Wat zou het toch mooi zijn, droomden twee Amerikaanse erwtenonderzoekers al in 1917, als we van mais- of tarwestikstofbinders konden maken. Als deze granen dezelfde, voor de landbouw prachtige eigenschap hadden als erwten, soja of pinda-planten. Samen met rhizobiumbacteriën kunnen deze vlinderbloemigen stikstof uit de lucht omzetten in stikstofrijke voedingsstoffen. Deze gewassen hoef je niet met stikstof te bemesten.

Vijvennegentig jaar later, in 2012, hoop- te plantonderzoeker René Geurts van Wageningen UR de sleutel te hebben. Op dat moment had hij een voor stikstofbinding cruciaal gen in handen, afkomstig uit de stikstofbinder honingklaver. Hij zette het gen in de tomaat, populier, zandraket en in aardbeien. Daarin zorgde het keurig voor de juiste eiwitreceptor, een receptor die specifiek de rhizobiumstam herkent die is aangepast aan honingklaver. Maar helaas, ongeacht hoeveel Rhizobiumbacteriën hij aan de wortels toevoegde, en hoeveel honingklaverreceptoren hij ook in de aardbeien of tomaten zette, er werd geen stikstof

gebonden. "We waren weer even ver als in 1917", vertelt Geurts.

HENNEP

De plantonderzoeker liet het er niet bij zitten. Hij sloeg een nieuwe weg in. Geurts duikt nu niet meer in het genetisch mechanisme van vlinderbloemigen, maar in dat van twee tropische bomen, *Parasponia* en *Trema*, beide familie van hennep (cannabis). In de hennepfamilie lijkt het makkelijker om het mechanisme te vinden dat granen kan aanzetten tot stikstofbinding, aangezien deze *Parasponia*, pas recentelijk in de

evolutie de stikstofbindende eigenschap kreeg, misschien pas enkele honderd- duizenden jaren geleden. Het nog 'primitievere' mechanisme is daardoor makkelijker te bestuderen dan bij de vlinderbloemigen. Begin dit jaar honoreerde NWO Geurts' idee om *Parasponia* en *Trema* te gaan bestuderen met anderhalf miljoen euro.

In de kas, waar de onderzoekers beide planten laag houden, zien we geen verschil: dezelfde heldergroene, langwerpige bladeren en dezelfde knoestige stammen. Toch er is wel verschil: de pioniersplant *Parasponia* kan stikstof binden (heel belangrijk voor een snelgroeier), en andere cannabissoorten, waaronder *Trema*, kunnen dat niet.

Wat kwamen we de afgelopen 95 jaar wel te weten? Hoopgevend leek een ontdekking in de jaren negentig. Bij stikstofbinding in de vlinderbloemigen bleken zo'n dertig genen betrokken. Hieronder genen voor een wortelreceptor die de rhizobiumstam herkent, genen voor de infectiedraden waar de bacterie doorheen gaat, genen voor de zuurstofarme wortelknolletjes waarin de bacteriën hun stikstof binden en genen betrokken bij het veranderen van de ronde bacteriën in



Knolletjes met stikstofbindende bacteriën.



staafjes die niet meer kunnen delen. Toen kwam de verrassing: niet-stikstofbindende planten bezitten al die genen ook.

“Dat kunnen we wel verklaren”, zegt Geurts. “Stikstofbinders gebruiken namelijk het evolutionair al veel oudere mechanisme voor samenwerking met mycorrhizaschimmels. Het dradennetwerk van deze bodemschimmels helpt tachtig procent van alle planten fosfaat en stikstof op te nemen. De schimmel

krijgt daarvoor koolstofrijke voedingsstoffen terug.” We moesten alleen nog een sleutel vinden om dat genennetwerk aan te zetten. Maar de trigger van een rhizobiumherkenning bleek dus in 2012 niet genoeg.

CONTROLESTAPPEN

Jan Michiels, die op de Universiteit van Leuven Rhizobia onderzoekt, verbaast zich er niet over dat de trigger niet voldoende was. “Er zijn zo veel controlestap-

pen in de plant”, zegt hij. Vanaf die eerste herkenning door de wortelreceptor blijven vlinderbloemigen controleren of ze wel de juiste Rhizobiumstam binnenhalen. Zo stopt bij een aantal vlinderbloemigen de groei van de infectiebuizen, wanneer de bacterie niet de juiste suikers op de wand heeft. En zo kan een vlinderbloemige het project ook afblazen als de bacterie niet genoeg stikstof blijkt te binden.

De vlinderbloemigen begonnen al 65 miljoen jaar geleden om de samenwerking met rhizobium te perfectioneren, met veel genetische aanpassingen. Geurts denkt dat het daarom makkelijker is de sleutel bij *Parasponia* te vinden. In *Parasponia* kruipen de bacteriën nog gewoon tussen en in de cellen rond, niet in speciaal aan hen aangepaste wortelknobbeltjes. Ze kunnen zich daarin ook nog delen.

VERSCHILLEN

Met de anderhalf miljoen euro van NWO onderzoekt het Wageningse team nu de genetische verschillen tussen *Parasponia* en *Trema*. Welke genen kreeg *Parasponia* om stikstof te kunnen binden? Het kunnen er dertig zijn, maar misschien is het er ook maar eentje. Vervolgens gaat Geurts proberen van *Trema* een stikstofbinder te maken door de gevonden genen over te brengen. Als dat lukt van hennep of een andere cannabis, zet hij de genen in aardbeien en uiteindelijk in granen. “Misschien hebben we over vijf jaar wel stikstofbindende aardbeien omdat het mechanisme eenvoudig blijkt, met bijvoorbeeld maar één verschillend gen”, zegt hij. “Maar het kan ook nog vijftig jaar duren wanneer blijkt dat er een heleboel genen bij betrokken zijn.”

RHIZOBIA IN AFRIKA

Ken Giller, agro-ecoloog van de Wageningen UR, zou graag stikstofbindende tarwe zien. “Ik betwijfel echter of ik dat nog ga meemaken.” Zelf werkt hij met Afrikaanse onderzoeksinstituten en NGO's aan een strategie voor de kortere termijn: betere rhizobiumstammen voor vlinderbloemigenteelten in Afrika. In het door de Gates Foundation gefinancierde onderzoeksprogramma dat hij leidt, N2Africa geheten, is toediening van een potje Rhizobia een van de strategieën om in Afrika de teelt van de eiwitrijke sojabonen, pinda's, kikkererwten en bonen te verbeteren.

Voor het areaal soja groeit snel. De planten komen uit China of de VS en zijn niet aangepast aan de Afrikaanse Rhizobia. De geïmporteerde soja bindt daarom nauwelijks stikstof. Mede dankzij Giller's programma voegen inmiddels enkele tienduizenden boeren in Kenia en Zimbabwe speciaal voor hun teelten geselecteerde Rhizobia bij de wortels. “Met opvallend veel succes”, zegt Giller. “In een jaar tijd kunnen sojaboeren hun opbrengst verhogen van minder dan een ton per hectare naar 3,5 ton.” Van geselecteerde Rhizobia voor kikkererwten, bonen en pinda's, waar Afrikaanse instituten nu werken, verwacht Giller een opbrengstverhoging van zo'n tien tot twintig procent.

Volgens de Leuvense geneticus Jan Michiels, die met een Cubaans instituut Rhizobia selecteert, is met betere rhizobia ook in Latijns-Amerika nog een enorme slag te maken. Bij de nu in de handel verkrijgbare Rhizobia (voor de sojateelt) gaat het nog vaak fout: de bacteriën overleven de droogte of de zure bodem niet. Of ze verliezen de concurrentie van de lokale Rhizobia. Inmiddels zijn enkele tientallen genomen van Rhizobia opgehelderd en de diversiteit en genetische plasticiteit blijkt enorm. Elk type bodem en plant bevat zijn eigen stammen. Daaronder kun je heel competitieve soorten vinden, maar die binden stikstof niet goed, andere soorten binden stikstof heel erg goed, maar zijn weer niet droogteresistent. Michiels denkt dat uiteindelijk mixen van een paar Rhizobiumstammen het best zullen werken: wanneer de ene niet werkt, dan wellicht de andere. Maar Giller, wiens partners maar één stam met boeren uitproberen, ziet daar nog geen bewijzen voor.