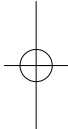
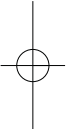
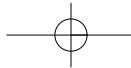


# DEERTIG JAAR WROETEN IN EEN GOED HUWELIJK



1  
M  
e  
j  
v  
  
C  
  
g  
tr  
m  
V  
ta  
b  
g  
st  
In  
d  
d  
E  
E  
d  
ze  
o  
é  
d  
rh  
d  
D  
vo  
b  
vi  
A  
va  
la  
  
B  
d  
w  
h  
te  
d  
m  
H  
b  
d  
D  
ti  
ré  
li  
'T  
w  
w  
lij  
e  
w  
h  
tr



## Misschien heeft Wageningen later dit jaar een wereldprimeur. De eerste plant met een kunstmatige wortelknol. Moleculair bioloog Ton Bisseling heeft er dan al dertig jaar onderzoek opzitten naar de knolletjes die de landbouw van de kunstmestverslaving af kunnen helpen.

door KORNÉ VERSLUIS, foto RENÉ GEURTS

**H**et is één van de grote beloftes van de plantenwetenschappen. Planten die geen mest meer nodig hebben, maar zelf stikstof uit de lucht halen. Zulke planten hebben geen dure energiever-slindende kunstmest meer nodig, en zouden zelfs op arme grond kunnen groeien. Prof. Ton Bisseling probeert al dertig jaar de truc te doorgronden, en is 'veel dichterbij gekomen', maar nog niet in de buurt van de oplossing. Vlinderbloemigen doen het al heel lang. Ze hebben tachtig miljoen jaar geleden een verbond gesloten met bacteriën uit de rhizobiumfamilie. Die kunnen stikstofgas uit de lucht omzetten in ammoniak, een essentiële stof die planten gebruiken om eiwitten mee te maken. In ruil voor de kostbare meststof biedt de plant een liefdesnestje aan de bacteriën. Een wortelknolletje waar de rhizobiumbacterie alles krijgt wat zijn hartje begeert. Eten, drinken en de ideale zuurstofconcentratie. Een wonderlijk goed huwelijk zou je zeggen. Waarom doen niet alle planten dat? Bisseling: 'Dat weten we niet zeker. Het is ontzettend makkelijk als je het kunt. Zeker op arme gronden. Naast vlinderbloemigen is er ook één boom, een iepachtige, die het kan. Maar het kost de plant natuurlijk ook wel wat. Hij geeft suikers aan de rhizobium die hij niet zelf kan gebruiken. Misschien is dat het, maar wellicht spelen er ook andere factoren.' De eerste landbouwers zagen in ieder geval wel de voordelen van de vlinderbloemigen. In alle vroege landbouwsystemen werden ze gebruikt om de bodem vruchtbaar te houden. In Egypte waren het linzen, in Amerika bonen en in Azië vooral soja. Pas met de komst van de kunstmest is er verandering gekomen in de belangrijke rol van vlinderbloemigen in de landbouw.

### STAP VOOR STAP

Bisseling, hoogleraar moleculaire biologie en één van de meest geciteerde Wageningse wetenschappers, werkt al ruim dertig jaar aan de wortelknolletjes in de hoop dat hij ze ooit zou kunnen maken bij andere planten. En hij heeft het nog niet voor elkaar. 'Nog máár dertig jaar', zegt hij zelf. 'Zo werkt de wetenschap, de meeste ontwikkelingen gaan stap voor stap.' Halverwege de jaren zeventig kwam Bisseling als veelbelovende jonge bioloog uit Nijmegen. Hij had als student al een publicatie in *Cell* op zijn naam geschreven. De Nijmeegse vakgroep raakte in een hoogleraarloos tijdperk, waarna de Wageningse hoogleraar moleculaire biologie Ab van Kammen zijn kans greep en Bisseling naar Wageningen lokte. 'Toen ben ik begonnen met de wortelknolletjes. Het was volgens Van Kammen een mooi Wagenings onderwerp, waar heel veel uit te halen was. Daar heeft hij gelijk in gekregen. Je werkt natuurlijk niet dertig jaar aan een onderwerp als het een vage belofte blijft. Terwijl we werken aan wortelknolletjes, werken we ook aan hele fundamentele biologische onderwerpen zoals transport in cellen en de manier waarop bacteriën cel-

len binnendringen. De truc die rhizobium gebruikt om planten binnen te dringen, lijkt bijvoorbeeld op de manier waarop salmonella mensencellen binnendringt.' Sinds de jaren zeventig is de kennis over de wonderlijke samenwerking tussen plant en bacterie enorm vergroot. 'Toen ik begon was net ontdekt dat de rode kleur van wortelknolletjes wordt veroorzaakt door leghemoglobine, een stof die lijkt op de rode bloedkleurstof van dieren. Het was ook de tijd van de eerste proeven met genetische modificatie. Het leek even simpel. Men dacht dat je klaar was als je maar wist hoe je het gen voor leghemoglobine moest inbouwen in andere planten. Maar dat bleek allemaal een stuk ingewikkelder.' Ingewikkeld is vooral de manier waarop de plant en de bacterie hun huwelijk sluiten. De rhizobium nestelt zich niet zomaar naast de wortelcellen, maar wordt opgenomen in een plantencel. Om dat voor elkaar te krijgen moet een plant eerst herkennen dat hij een geschikte rhizobium heeft gevonden. Vervolgens moet hij die binnenhalen en een wortelknolletje vormen.

### AUTOBANDPROBLEEM

En dat is moeilijker dan het lijkt. Plantencellen zijn gewend om indringers meteen te vernietigen. Toch weet de rhizobium buiten de prullenbak van de cel, het lysosoom, te blijven. Biologen snappen nog niet hoe hij dat doet. Verder kan een plant niet zomaar zijn celwand afbreken om de bacterie vrije doorgang te geven. 'Op de celwand staat een druk die groter is dan die van een autoband. Breek je de celwand af, dan spuit de celinhoud naar buiten, dus dat kan niet.' Om het autobandprobleem op te lossen, maken vlinderbloemigen een hechte knoop waarin ze de rhizobium insluiten. Pas als de knoop strak genoeg is getrokken, lossen de celwanden op, en kunnen de bacteriën binnendringen. De vraag hoe ze vervolgens de prullenbak van de planten weten te omzeilen, is één van de voornaamste onderwerpen waar Bisseling en zijn medewerkers mee bezig zijn. 'Wij onderzoeken nu samen met de Russische onderzoekster Elena Fedorova hoe dat werkt.' Zij zoekt met vier aio's, betaald door NWO en haar Russische tegenhanger, naar de identiteitsmerkers die ervoor zorgen dat de cel rhizobium als gewenste vreemdeling erkent. Op genetisch niveau is er afgelopen jaren veel vooruit-

**'Misschien komen we er alsnog achter dat een wortelknol meer kost dan hij oplevert'**

gang geboekt. 'Wij weten nu dat er acht genen zijn die essentieel zijn voor de vorming van wortelknolletjes. Dat zijn er eigenlijk verrassend weinig.' Drie van die acht sleutelgenen zijn door Wageningse biologen gevonden. 'We hebben ze gevonden in drie soorten vlinderbloemigen: erwt, lotus en medicago. We weten zeker dat we de goede genen hebben; als één van de genen het niet doet, krijg je geen functionerende knolletjes', zegt Bisseling.

'Het goede nieuws is dat we zeker weten dat het deze genen zijn, het slechte is dat we vergelijkbare genen vinden bij zo ongeveer alle planten. Wij weten niet waarom ze bij vlinderbloemigen de vorming van wortelknolletjes reguleren, en bij andere planten niet.' Dr. René Geurts, medewerker van Bisseling, probeert meer inzicht te krijgen in de werking van de genen door de set in te bouwen bij een rijstplant. 'Eind dit jaar weten we of dat effect heeft. Het zou kunnen dat we dan de eersten zijn die een plant wortelknolletjes hebben gegeven die dat van nature niet heeft. Maar ik verwacht niet dat ze het meteen ook doen. Daarvoor weten we nog te weinig van wat er in de plantencel gebeurt als de bacterie eenmaal binnen is.'

Zelfs als de rijstplant knolletjes maakt, verwacht Bisseling niet dat er binnen tien jaar genetisch gemodificeerde planten met werkende knolletjes zijn. 'Maar dan weten we wel of er toekomst in zit of niet.' De eerste successen hoeven geen volwaardige knolletjes te zijn. 'Er zijn ook primitievere vormen van samenwerking tussen rhizobium en planten. Daarbij zitten de bacteriën niet in de cel als organel, maar in een relatief grote zak. Het is minder efficiënt, maar het werkt wel, en wellicht omzeil je er allerlei problemen mee.'

### POPULIEREN

Als hij moet gokken welke planten met een kunstmatige wortelknol als eerste grootschalig zal worden gebruikt, zet Bisseling zijn geld op snelgroeiende populieren. Die eet je niet op, dus de maatschappelijke weerstand zal kleiner zijn. En misschien biedt het kunstmatige knolletje mogelijkheden om bomen te laten groeien op arme gronden. 'Of dat kans van slagen heeft hangt af van de olieprijs. Zolang die boven de tachtig dollar blijft en daarmee de prijs van kunstmest hoog blijft, denk ik dat de kansen voor zo'n gewas groot zijn. Als er goedkope kunstmest beschikbaar is, wordt dat anders.' Maar misschien wordt het ook helemaal niets. 'Misschien komen we er wel achter dat de plant juist minder efficiënt groeit, dat een wortelknol meer kost dan hij oplevert voor niet-vlinderbloemigen. Maar ja. Zo werkt het in de wetenschap. Je hebt geen zekerheid, en het werk is nooit af. Ken je die postzegel uit Engeland, die is uitgebracht toen het *human genome project* klaar was? Daarop staan twee wetenschappers die het laatste stukje in een puzzel leggen. Die puzzel zelf is weer een puzzelstukje. Dat vind ik een prachtige verbeelding van de wetenschap. Je bent nooit klaar.' <