

A scanning electron micrograph showing a cross-section of a rice stem. The stem is green and has a textured, fibrous appearance. A bright orange, spherical seedling of the parasitic plant Striga is attached to the stem. Below the seedling, a smaller, orange, spherical seed is visible, which is shown penetrating the stem's surface.

PARASITAIRE PLANTEN BEDREIGEN
VOEDSELZEKERHEID IN AFRIKA

Vechten tegen rijstvampiers

Een kiemend zaadje (oranje) van de parasitaire plant *Striga* dringt de stengel binnen van zijn gastheer. Elektronenmicroscopische opname.

Verwoestende parasitaire onkruiden richten voor miljoenen schade aan in de gewassen ten zuiden van de Sahara. Ze zuigen hun waardplanten uit als vampiers. Onderzoekers proberen deze ondergrondse profiteurs te dwarsbomen.

TEKST MARION DE BOO FOTO ANP INFOGRAPHIC STEFFIE PADMOS

Striga is een beeldschoon plantje om te zien. Heldere, lichtpaars gekleurde bloempjes, frisgroene stengels. Minder fraai oogt het rijstveld waar deze parasitaire plant zich uitleeft: dwerggroei, dore bladeren, zwarte plekken in het gewas; daar valt weinig meer te oogsten. Elk jaar lijdt de Afrikaanse rijstteelt zo'n 200 miljoen dollar schade door parasitaire planten, zoals Striga en Rhamphicarpa, twee plantengeslachten uit de bremraapfamilie. Al 1,34 miljoen hectare rijstland is aange-tast. Daardoor gaan 15 miljoen rijstmaaltijden per dag verloren. Dat becijferen de onderzoeksinstituten AfricaRice en International Rice Research Institute, samen met Wageningen University & Research. 'Zonder effectieve maatregelen stijgt de economische schade de komende jaren met zo'n 30 miljoen dollar per jaar', voorspelt internationaal onkruidexpert Lammert Bastiaans van de leerstoelengroep Crops Systems Analysis.

UITZUIGEN

Niet alleen sprinkhanenplagen en stofstormen teisteren de Afrikaanse landbouw. Vooral ten zuiden van de Sahara vormen parasitaire planten een groot probleem. 'Ze zuigen hun waardplanten uit als vampiers', zegt Bastiaans. 'Zo'n waardplant wordt in zijn groei geremd, krijgt gele bladeren en verwelkt. De plant denkt dan dat hij vochttekort heeft door droogte en stuurt steeds meer voedingsstoffen naar zijn wortelstelsel toe. Parasitaire planten veroorzaken misoogsten, honger, armoede en ontvolking

van het platteland. Ze vormen een steeds grotere bedreiging voor de voedselzekerheid in Afrika.' Bastiaans is de trekker van een onderzoeksproject van NWO-WOTRO waarin zeven Nederlandse en Afrikaanse onderzoeksinstituten sinds 2012 samenwerken voor het grote internationale project PARASITE. Ze experimenteren met maatregelen tegen de verwoestende parasitaire onkruiden in de rijstteelt ten zuiden van de Sahara. Bastiaans: 'Ons project richt zich op de rijstteelt, omdat in Afrika het belang van rijst als voedselgewas sterk toeneemt. Daarbij is het probleem van parasitaire onkruiden in rijst lang onderbelicht gebleven.' In veldproeven testen we nieuwe rassen op resistentie, vertelt Bastiaans. 'Verder onderzoeken we of vroeger of later zaaien met sneller rijpende rassen kan helpen. Ook experimenteren we met extra organische bemesting, zoals rijstkaf. En er zijn demoveldjes ingericht op landbouwproefstations om landbouwvoorlichters en boeren advies te geven.' Veel veldonderzoek is uitgevoerd in Zuidwest-Tanzania, waar de belangrijkste parasitaire plantensoorten in rijst, Striga en Rhamphicarpa, naast elkaar voorkomen. In interviews tonen lokale boeren zich terdege bewust van het probleem, aldus Bastiaans. 'Ze steken sowieso veel tijd in wieden. Maar vaak hebben de parasitaire planten dan al veel schade aan het wortelstelsel aangericht.'

SIGNAALSTOFFEN RUIKEN

Het plantengeslacht Striga telt wel veertig verschillende parasitaire plantensoorten.

'Een besmet rijstveld raakt al snel overwoekerd'

Sommige groeien uitsluitend in Afrika, andere ook in Azië en Australië. Striga komt van nature voor op onvruchtbare gronden. De halfparasiet haalt zijn voedingsstoffen uit wortels van andere planten. Wilde inheemse grassen, maar ook rijst, sorghum, gierst en maïs. In 2009 werd becijferd dat 40 procent van het landbouw-areaal in Midden-Afrika besmet was met Striga, de jaarlijkse schade loopt in de miljarden dollars. Eén Strigaplant produceert tien- tot honderdduizenden kleine zwarte zaadjes, die zich moeiteloos via water of wind verspreiden en meer dan tien jaar in de grond kunnen overleven. De parasiet heeft een levende gastheer, een 'waardplant', nodig om te kiemen en op te groeien. Het zaad kiemt pas als het aan signaalstoffen 'ruikt' dat er een wortel van een geschikte waardplant in de buurt groeit. Dan ontspruit een kiembuisje, dat naar de wortel toegroeit en hem met een speciaal gevormd zuigorgaanje aanboort en leegzuigt. De eerste vier tot zeven weken groeit Striga ondergronds verder en ontsnapt daarmee slim aan de eerste ronde van het wieden. Tegen de tijd dat de parasiet >

‘Het probleem van parasitair onkruid in rijst is lang onderbelicht gebleven’



Striga asiatica, inheems in Azië en Afrika.

bovengronds opduikt, is het gewas vaak al verloren. De Engelse naam *witchweed* is veelzeggend.

Terwijl *Striga* vooral de droge rijstteelt op wat hogere, drogere gronden teistert, woedt in de natte rijstbouw in het van nature vochtige laagland een andere telg uit de bremraapfamilie, *Rhamphicarpa fistulosa*, ofwel *vampire weed*. Een onopvallend onkruidje dat zijn witte bloempjes overdag gesloten houdt.

Anders dan *Striga* kiemt *Rhamphicarpa* spontaan. De minuscule kiemplant groeit heel langzaam. Treft hij toevallig een wortel van een gastheer, dan gaat hij los. Hij zuigt de wortel uit, groeit veel sneller en zet veel meer zaad dan soortgenoten zonder ‘gastheer’. ‘Dit noem je een facultatieve parasiet’, zegt Bastiaans. ‘Hij kan met of zonder gastheer overleven, maar met gastheer doet hij het veel beter.’

RAZENDSNEL

In Afrika breidt deze besmetting zich razendsnel uit. Bastiaans: ‘De laatste jaren is rijst voor Afrika juist een interessant gewas geworden, want steeds meer Afrikanen trek-

ken naar de grote steden en koken liever rijst als handig fastfood in plaats van de traditionele, tijdrovende sorghum.’ Tussen 2008 en 2014 nam de rijstteelt in Afrika met 33 procent toe.

Op zoek naar nieuwe landbouwgronden zijn veel onvruchtbare, laaggelegen valleien, die in de regentijd onder water staan en daarom niet geschikt zijn voor andere teelten, met rijst beplant. Juist in dat natte laagland komt *Rhamphicarpa* van nature voor. ‘Het gewas is naar de parasiet gebracht. Zo’n rijstveld raakt al snel overwoekerd. Vandaaruit verspreidt de parasiet zich verder. Vaak gebeurt dat via stromend water, dan zie je de schade in brede banen in het laagstgelegen deel van het veld. En als de boeren zelf hun zaaizaad winnen, kan dat ook al besmet zijn met het stoffijne *Rhamphicarpa*-zaad.’

Overigens leven de zaden van *Rhamphicarpa* veel korter dan die van *Striga*. In een milieu waar nat en droog elkaar afwisselen, zwelt het zaadje telkens op en droogt weer in. Het blijft hooguit twee jaar goed. Bij kortlevende zaden past een opportunistische strategie van op goed geluk kiemen en maar hopen dat je een waardplant tegenkomt.

Niet geschoten, altijd mis. Strigazaden kunnen zich meer geduld permitteren, omdat ze veel langer leven.

GEEN OOGST

‘Nu de vraag naar rijst toeneemt en de boeren nieuwe velden ontginnen, neemt de besmetting met *Rhamphicarpa* en *Striga* zorgwekkend toe’, vertelt de Tanzaniaanse onderzoeker Dennis Tippe, die verbonden is aan het Uyole Agricultural Research Institute in Tanzania en momenteel in Wageningen zijn proefschrift afrondt. ‘Voor de boeren is dit enorm frustrerend. Bij zware besmetting oogsten ze helemaal niks. Vooral jongere boeren geven de moed op en trekken naar de stad. Temeer omdat ons klimaat verandert: de regen komt steeds later en is schaarser. Boeren kunnen geen kant meer op. Onze bevolking groeit, maar de voedselproductie groeit niet mee.’

In workshops werd aan de merendeels anal-fabete boeren uit diverse regio’s gevraagd welke maatregelen ze nemen. Dat leverde lange lijsten op: van extra vroeg zaaien tot vruchtwisseling met aardappel of cassave. ‘Dat laatste helpt echter maar weinig,’ zegt Tippe, ‘want Strigazaden overleven wel tien jaar. Als je meer dan tien jaar moet wachten totdat je weer rijst op hetzelfde veld kunt zetten, schiet het niet erg op; rijst is het voornaamste voedselgewas. Ook als middel tegen *Rhamphicarpa* is vruchtwisseling geen optie; in het vochtige laagland ontbreekt het simpelweg aan alternatieve gewassen.’

De drie meest veelbelovende opties werden nader onderzocht. Op het veldstation in Tanzania vergeleken Tippe en zijn collega’s vijf zaaitijdstippen, steeds met tussenpozen van twee weken. ‘Bij *Rhamphicarpa*-besmetting zien we dat vroeger zaaien de rijst een zekere voorsprong op de parasiet geeft. Er blijkt minder schade op te treden’, zegt Tippe. ‘Bij *Striga*-besmetting op wat hogere, drogere gronden kan juist later zaaien helpen, want bij de eerste regenval, begin januari, komen de strigazaden uit kiemrust. Als ze dan geen waardplantwortels in de >

PARASITAIRE PLANTEN IN DE RIJSTTEELT IN AFRIKA

Vooral ten zuiden van de Sahara vormen parasitaire planten een groot probleem in de landbouw. Grootste boosdoeners zijn *Striga* en *Rhamphicarpa*, twee plantengeslachten uit de bremraapfamilie.

Striga

Striga groeit van nature op onvruchtbare gronden.

De kleine zaadjes van de Strigaplant kunnen meer dan tien jaar in de grond overleven. Ze kiemen pas als ze signaalstoffen 'ruiken' van de wortels van een geschikte waardplant.

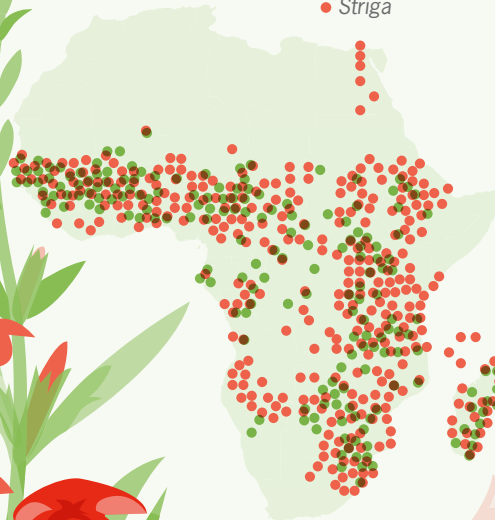
Dan ontspruit een kiembuisje, dat naar de wortel toegroeit, deze aanboort en leegzuigt.

De eerste weken groeit *Striga* ondergronds verder. Tegen de tijd dat de parasiet bovengronds opduikt, is het gewas vaak al verloren.

Voorkomen

Ten zuiden van de Sahara breidt de besmetting zich razendsnel uit.

- *Rhamphicarpa*
- *Striga*



Schade



1,34 mln.
hectare rijstland
aangetast



\$ 200 mln.
jaarlijkse schade



15 mln.
rijstmaaltijden gaan
dagelijks verloren

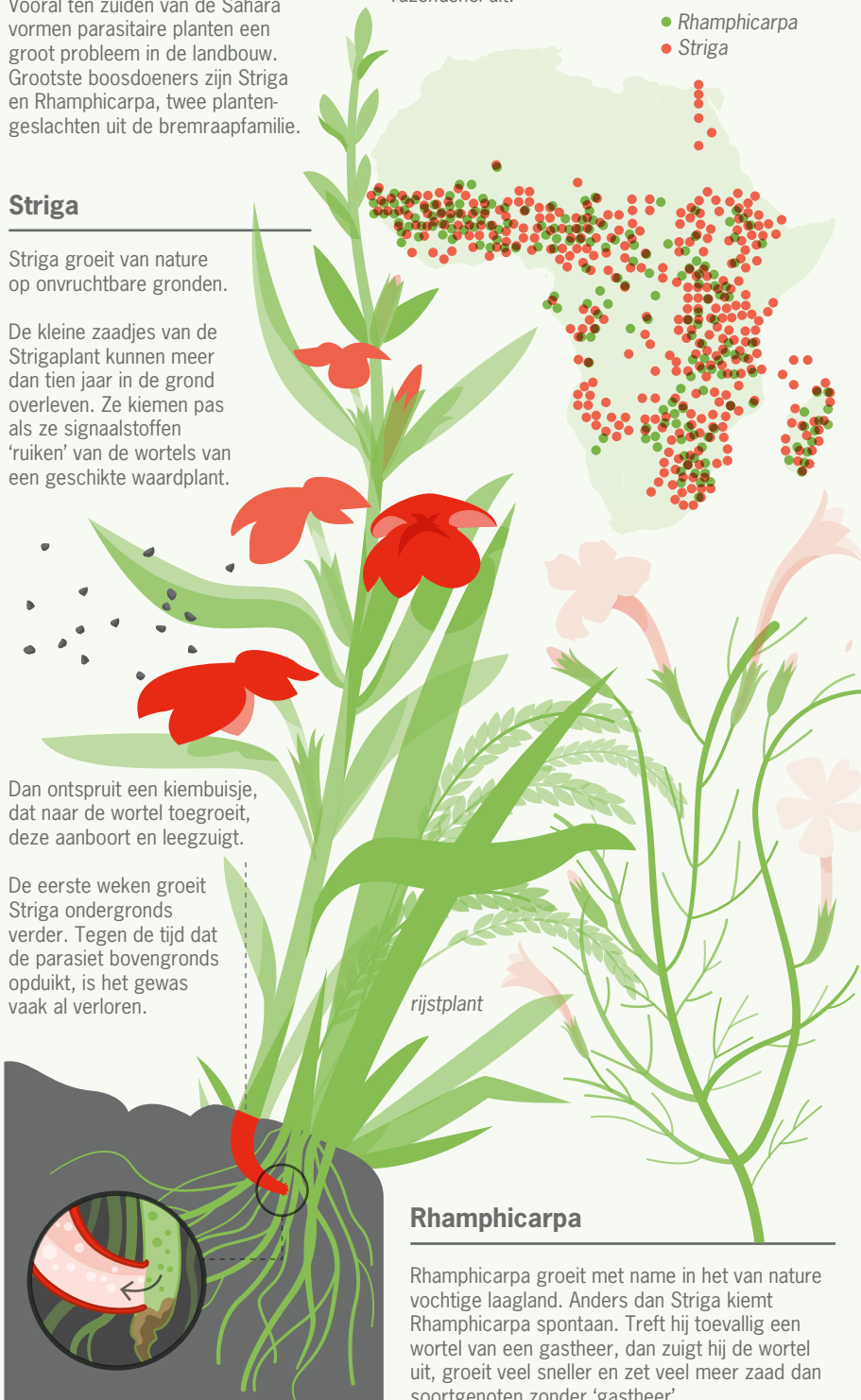
Aanpak

Bij *Rhamphicarpa*-besmetting geeft vroeger zaaien de rijst een zekere voorsprong op de parasiet, en treedt er minder schade op.

Bij *Striga*-besmetting kan juist later zaaien helpen. Begin januari komen de Strigazaden uit kiemrust. Als ze dan geen waardplantwortels in de buurt signaleren, gaan ze weer in kiemrust en blijven dat de rest van het seizoen. Door de rijst later te zaaien, ontsnapt die aan *Striga*. Maar de rijst moet wel geoogst worden voordat het regenseizoen voorbij is. Daarom is een sneller rijpend ras nodig.



Daarnaast worden nieuwe gewassen onderzocht op resistentie tegen *Striga* en *Rhamphicarpa*.



Rhamphicarpa

Rhamphicarpa groeit met name in het van nature vochtige laagland. Anders dan *Striga* kiemt *Rhamphicarpa* spontaan. Treft hij toevallig een wortel van een gastheer, dan zuigt hij de wortel uit, groeit veel sneller en zet veel meer zaad dan soortgenoten zonder 'gastheer'.



FOTO GEBISA E.JETA

Akker vol bloeiende Striga. De plant brengt grote schade toe aan het gewas en is nauwelijks te bestrijden.

buurt signaleren, gaan ze weer in kiemrust en blijven dat de rest van het seizoen.’ Door de rijst een maand later te zaaien, ontsnapt die aan Striga. Maar de rijst moet wel geoogst kunnen worden voordat het regenseizoen eind mei voorbij is, anders krijgt het gewas last van droogtestress voordat de korrels zijn afgerijpt. Daarom is een sneller rijpend ras nodig.

Traditionele Afrikaanse rijstrassen maken veel bladeren en veel zijscheuten en rijpen af in zo’n 150 dagen. Hun specifieke aroma, smaak en korrelgrootte vallen bij de Afrikaanse consument in de smaak en daarom zullen rijstboeren niet zomaar overstappen op andere rassen. Voor de boer weegt ook zwaar dat zo’n ‘bossig’ gewas de bodem goed bedekt houdt, zodat onkruiden minder kans krijgen. Doorgaans heeft de kleine Afrikaanse boer, die geen chemische herbiciden gebruikt, veel last van onkruid en hij is veel tijd kwijt aan wieden.

RASSEN ONTWIKKELD

In de Tanzaniaanse veldproeven screenen

onderzoekers nieuwe rassen op resistentie tegen Striga en Rhamphicarpa. Die nieuwe rassen zijn de afgelopen tien jaar ontwikkeld door het internationale onderzoeksinstituut AfricaRice, waarin 26 Afrikaanse landen samenwerken. De rassen zijn voortgekomen uit kruisingen tussen de hoogproductieve Aziatische rijst (*Oryza sativa*) en de bladrijke Afrikaanse rijst (*Oryza glaberrima*). Ze hebben de naam NERICA gekregen, een acroniem van *New Rice for Africa* en geven een zeer goede opbrengst. Groot voordeel voor de kleine boer is bovendien dat hij van deze rassen zelf elk jaar zijn eigen zaaizaad kan winnen, en niet ieder jaar nieuw zaaizaad hoeft te kopen. Commerciële veredelingsbedrijven leveren vaak zogeheten hybride zaden. Die zijn duur, maar presteren heel goed qua productiviteit. De rijst is echter niet te gebruiken als zaad voor het jaar erop. Omdat parasitaire planten in de rijstteelt lange tijd een onderbelicht probleem waren, zijn de NERICA-rassen niet specifiek op resistentie daartegen geselecteerd, maar er zit van nature wel verschil in. De kunst is om

die verschillen in veldproeven onder lokale omstandigheden aan het licht te brengen. Tippe: ‘We hebben drie jaar lang met verschillende rassen geëxperimenteerd. In het derde jaar konden deelnemende boeren ze ook op hun eigen velden testen. Juist in dat jaar was er een zware Striga-besmetting. Dit trok veel boeren over de streep om wat later te gaan zaaien met nieuwe, resistente en sneller afrijpende rassen.’

BODEM BEDEKKEN

De snelgroeiende, onvertakte Aziatische *Oryza sativa*-rassen die al in 90 dagen afrijpen, hebben voor Afrikaanse boeren die meestal geen herbiciden gebruiken als onderdeel dat ze de bodem onvoldoende bedekken, waardoor onkruiden meer kans krijgen. Als winnaar kwam een ras uit de bus dat in 120 dagen afrijpt, niet te veel ruimte laat voor onkruiden en toch een voorsprong heeft op Striga, omdat de boeren het een maand later kunnen zaaien. Ook maatregelen om de bodem te verbeteren zijn onderzocht, zoals gebruik van

kunstmest en stalmest. Op vruchtbare gronden vormen parasitaire planten namelijk geen probleem. Bastiaans: 'In vervolgonderzoek willen we nagaan wat precies de relatie is tussen betere bemesting en betere gezondheid van het gewas. Als het gewas beter groeit en er meer gewasresten in de bodem achterblijven, krijg je een rijker bodemleven en dan zullen de parasitaire zaden misschien sneller door micro-organismen worden aangetast en afsterven. En mogelijk heeft een goed bemeste plant ook een beter functionerend afweersysteem.'

Een voordelige optie is om dure kunstmest met lokaal verkrijgbaar organisch materiaal te mengen. Van stalmest moeten de boeren echter niets hebben, want na de oogst grazen de koeien op de oogststoppels en hun mest zit vol met onkruidzaden. Een andere mogelijke bron van mineralen is het rijstkaf, dat na het dorsen overblijft. Gebruik hiervan gaf een iets betere rijstooogst, maar geen overtuigende effecten op de parasitaire onkruiden.

SLACHTOFFERS HERKENNEN

Niet alleen in het veldonderzoek staan de parasitaire planten in de belangstelling. Plantenfysioloog Harro Bouwmeester heeft in Wageningen zo'n twintig jaar onderzoek gedaan naar de signaalstoffen waaraan parasitaire planten hun slachtoffers herkennen. Twee jaar geleden kreeg hij van de European Research Council (ERC) een Advanced Grant van 2,5 miljoen euro. Tien jaar daarvoor had hij al een NWO-VICI beurs van 1,25 miljoen euro verworven.

'Het raadselachtige is dat waardplanten via hun wortels signaalstoffen uitscheiden, strigolactonen, die de kieming van strigazaden uitlokken', aldus Bouwmeester.

'Aanvankelijk dachten we, enigszins naïef, dat het probleem opgelost zou zijn als je gewassen zou veredelen die geen strigolactonen meer uitscheiden. Maar later bleek dat gewassen met strigolactonen ook gunstige mycorrhizaschimmels mobiliseren.' Die schimmels helpen plantenwortels bij het opnemen van water en voedingsstoffen in ruil

voor suikers, die de schimmel op zijn beurt nodig heeft. De schimmeldraden vergroten het bereik van het wortelstelsel aanzienlijk. Vooral op arme gronden tikt dat aan. Bouwmeester: 'In 2008 werd ontdekt dat strigolactonen een zeer belangrijke rol spelen bij groei en ontwikkeling van de plant zelf. Het zijn plantenhormonen die de vorming van zijscheuten onderdrukken, zodat minder 'bossige' planten ontstaan. Daarnaast blijken ze de architectuur van het wortelstelsel aan te sturen. Op arme gronden gaan planten meer van deze hormonen aanmaken, niet alleen om de mycorrhizaschimmels aan te moedigen, maar ook om minder te investeren in bovengrondse groei en meer in ondergrondse groei, om een groter en meer vertakt wortelstelsel te ontwikkelen. Dat is buitengewoon nuttig. Het veredelen van gewassen zonder strigolactonen is dus geen goed idee.'

Bouwmeesters groep toonde aan dat gewassen die meer fosfaat tot hun beschikking hebben, minder strigolactonen produceren en daardoor ook minder last krijgen van striga. 'Maar die kunstmest moeten de arme Afrikaanse boeren dan wél kunnen betalen.'

RESISTENTIE INKRIJZEN

Plantenveredelaars zijn de afgelopen decennia op zoek gegaan naar compacte, onvertakte, hoogproductieve rijsttypes, die niet te veel energie in extra bladeren en zijscheuten steken en snel korrels gaan maken. Maar misschien hebben de veredelaars daarmee onbewust ook geselecteerd op planttypes met een hoog gehalte aan strigolactonen, die dan ook meer parasitaire onkruidzaden

'Parasitaire planten veroorzaken honger, armoede en ontvolking van het platteland'

in de bodem doen ontwaken.

Een van Bouwmeesters promovendi, de Ethiopische Mahdere Shimels, die komende herfst in Wageningen hoopt te promoveren, doet onderzoek aan strigolactonen in sorghum. Ze werkt samen met Amerikaanse collega's die een sorghumras hebben veredeld dat resistent is tegen Striga, met steun van de Bill & Melinda Gates Foundation. Bouwmeester: 'De Amerikanen zijn nu bezig deze eigenschap ook in andere sorghumrassen in te kruisen en intussen proberen wij samen het achterliggende mechanisme te ontrafelen. Planten maken heel veel verschillende soorten strigolactonen. Zo vind je er in sorghum een stuk of acht. Ze zijn niet allemaal even efficiënt in het opwekken van de Strigakieming. We denken nu dat resistentie tegen Striga niet zo zeer berust op weinig strigolactonen, maar vooral op een bepaalde samenstelling daarvan.'

Afgelopen najaar verhuisde Bouwmeester van Wageningen naar de Universiteit van Amsterdam, waar hij nu hoogleraar Plantenhormoonbiologie is. In Wageningen wordt zijn werk voortgezet door Carolien Ruyter-Spira. 'Samen gaan we het biologisch belang van al die verschillende strigolactonen verder ontrafelen', vertelt zij.

'Waarom zijn er zoveel? Wat bepaalt nou hun specifieke effect? Waarom kiemt de ene parasiet beter bij het ene type en de andere parasiet beter bij een ander type strigolacton? En welke genetische basis ligt hieraan ten grondslag? Zo helpt Nederlands onderzoek de Afrikaanse boer.' ■

www.wur.nl/parasitaireplanten