

# Vertraging van het tijdstip van *Striga hermonthica*-aanhechting: een optie voor opbrengstverhoging van sorghum?

A. van Ast en L. Bastiaans

Wageningen Universiteit, leerstoelgroep Gewas- en Onkruidecologie, Postbus 430, 6700 AK Wageningen, Email: aad.vanast@wur.nl

In de semi-aride tropen van Afrika vormt het parasitaire onkruid *Striga hermonthica* een ware plaag bij de teelt van sorghum. In onderzoek is het dynamisch karakter van de waard-parasiet interactie centraal gesteld. Hieruit komt het belang van het aanhechtingstijdstip van de parasiet aan de wortels van de waardplant naar voren: hoe ouder de gewasplant bij eerste aanhechting, des te kleiner de schade. Perspectieven van deze waarneming voor de beheersing van *Striga* worden besproken.

## Inleiding

Parasitaire onkruiden van het geslacht *Striga* vormen een van de belangrijkste biologische beperkingen van de graanproductie in de semi-aride zones van Afrika. De opbrengsten van voedselgewassen zoals maïs, sorghum en gierst worden sterk gereduceerd of gaan zelfs volledig verloren door besmetting van het gewas met deze wortelparasiet. De graanproductie op minstens vijftig miljoen hectare landbouwgrond in Afrika wordt serieus bedreigd door *Striga* soorten en bij zware besmettingen worden boeren zelfs gedwongen hun land uit productie te nemen. Ondanks jarenlang onderzoek naar methoden om het *Striga* probleem te reduceren, hebben deze in de praktijk nog nauwelijks toepassing gevonden. Dit heeft te maken met het feit dat de arme Afrikaanse boeren niet over de financiële mogelijkheden beschikken om dure methoden,

zoals het gebruik van kunstmest, herbiciden en bodemontsmetingsmiddelen, toe te passen. Van andere, minder kostbare beheersingstechnieken, zoals een vruchtwisseling met gewassen die niet als waardplant fungeren of periodes van braak, kan vaak geen gebruik worden gemaakt. Alle beschikbare grond is over het algemeen hard nodig voor de productie van hun eigen voedsel. Geïntegreerde beheersingsmaatregelen die passen in de teeltsystemen van de lokale boeren zullen enerzijds gericht moeten zijn op de relatief korte termijn, met als doel het verminderen van de schade door *Striga*. Primaire elementen hierbij zijn het voorkomen van nieuwe zaadproductie van de *Striga* en het uitputten van de zaadbank. Wat betreft de lange termijn zal de strategie gericht moeten zijn op herstel van de bodemvruchtbaarheid, één van de primaire oorzaken van de omvang van het *Striga*-probleem.

## Levenscyclus *Striga*

De extreem kleine zaden van wortelparasieten zoals *Striga hermonthica* komen alleen tot kieming wanneer ze kiemstimulantia opgenomen hebben die aanwezig zijn in de wortel-exudaten van plantensoorten die als waardplant voor deze parasieten kunnen dienen. In sommige gevallen produceren ook niet-waardplanten deze kiemstimulantia. De kiemplantjes van de *Striga* moeten zich vervolgens binnen een paar dagen aan de wortel van de gastheer hechten via een zogeheten haustorium. Na aanhechting en penetratie van de wortel van de waardplant worden allerlei stoffen aan de waardplant onttrokken via het haustorium, dat dienst doet als morfologische en fysiologische verbinding tussen waardplant en parasiet. In de ondergrondse fase van zijn levenscyclus, die circa vijf weken duurt, is de *Striga* plant geheel afhankelijk van zijn waardplant (holoparasiet). Na opkomst vormt de *Striga* plant chlorophyl-bevattende bladeren en vervolgt de levenscyclus als hemiparasiet. Enige weken na opkomst komen de *Striga* planten in bloei (figuur 1) en vervolgens worden zaden geproduceerd die in de grond enige

ARTIKEL



Figuur 1. Sorghum wordt geparasiteerd door bloeiende *Striga*.

jaren kiemkrachtig kunnen blijven.

## Effect van *Striga* op zijn waardplant

De meeste schade aan de waardplant wordt veroorzaakt wanneer de parasiet zich nog in het ondergrondse stadium bevindt. Dit gegeven vormt tevens een van de grote problemen bij de beheersing van dit onkruid. De opbrengstreductie van bijvoorbeeld sorghum wordt slechts deels veroorzaakt door het onttrekken van water, nutriënten en assimilaten aan de waardplant. De grootste schade aan de waardplant wordt veroorzaakt door een pathologisch effect van de parasiet. Dit uit zich in een sterk gereduceerde fotosynthese en een veranderde architectuur van de gewasplant. Gebleken is dat dit pathologische effect op de waardplant verantwoordelijk gesteld kan worden voor 80% van de schade die *Striga* veroorzaakt. Veel traditionele landrassen van sorghum bezitten een bepaalde mate van *Striga*-tolerantie ten gevolge van (natuurlijke) selectie op geïnfecteerde velden. Dit houdt in dat deze rassen bij een bepaalde *Striga*-infectie minder schade ondervinden dan *Striga*-gevoelige

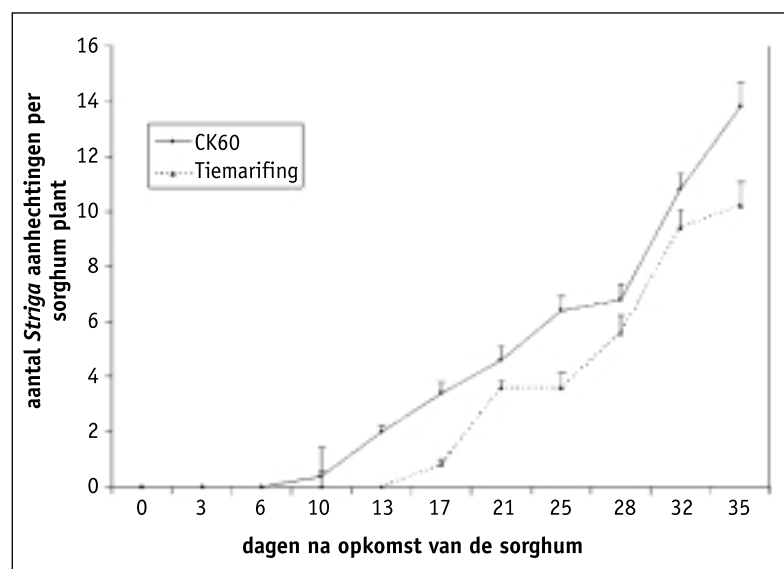
rassen. Tot voor korte tijd was er weinig bekend over de mechanismen die aan deze *Striga*-tolerantie ten grondslag lagen. Dit was dan ook de reden om onderzoek te starten waarin getracht wordt meer over deze tolerantie-mechanismen te achterhalen.

## *Striga*-tolerantie

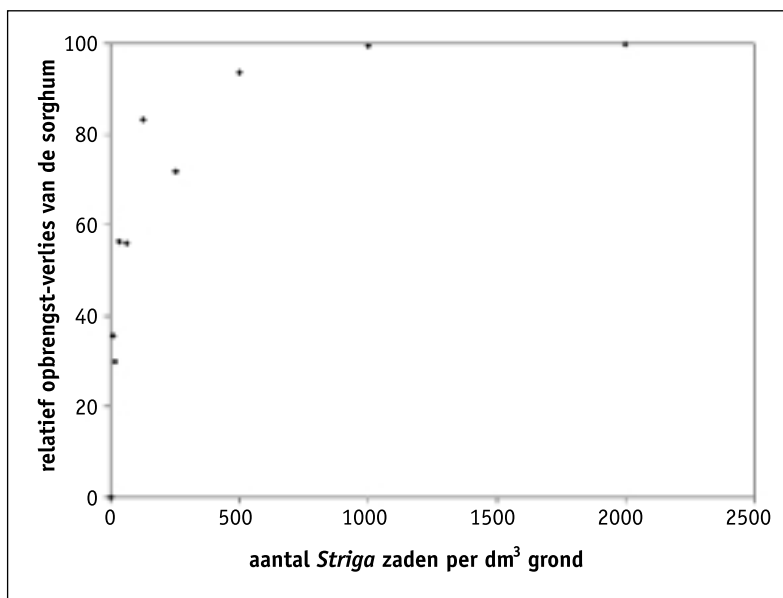
Een potproef werd uitgevoerd waarin het *Striga*-gevoelige ras CK60B en het als *Striga*-tolerant bekend staande ras Tiemarifing werden bestudeerd onder *Striga*-geïnfecteerde en *Striga*-vrije omstandigheden. De tolerantie voor *Striga* van Tiemarifing werd in deze proef bevestigd. Bedroeg de reductie in korrelopbrengst ten gevolge van *Striga*-infectie bij het gevoelige ras CK60B 95%, bij Tiemarifing was deze reductie met 34% beduidend lager. Eén van de belangrijkste uitkomsten uit dit onderzoek was dat *Striga*-geïnfecteerde Tiemarifing planten hun fotosynthesecapaciteit op het niveau van een niet-geïnfecteerde plant wisten te handhaven, terwijl bij planten van het ras CK60B de fotosynthesecapaciteit met 50% werd gereduceerd.

In ditzelfde onderzoek kwam tevens een duidelijk verschil in *Striga*-infectiepatroon tussen beide sorghumrassen naar voren. Het bleek dat de eerste *Striga*-aanhechting aan de wortels van Tiemarifing planten, in vergelijking met het gevoelige ras CK60B, een week later plaatsvond (Fig. 2). De vraag was nu of, naast het handhaven van de fotosynthesecapaciteit, dit verschil in infectiemoment heeft bijgedragen aan de relatief geringe opbrengstreducties bij de tolerante sorghum planten. Enige toelichting is hierbij op zijn plaats.

De eerste symptomen op de bladeren van sorghum ten gevolge van *Striga*-infectie, zoals chlorose en necrotische lesies, worden al snel na infectie met de parasiet zichtbaar. Dit duidt erop dat direct na aantasting van de waardplant de parasiet het metabolisme van zijn gastheer beïnvloedt. Het is te verwachten dat, wanneer de verstoring van de groei van de waardplantplant al gedurende de initiële levensfase plaats vindt, kleine verschuivingen in het moment van de eerste verstoring een groot effect kunnen hebben op de mate van het uiteindelijke opbrengstverlies.



Figuur 2. Gemiddeld aantal *Striga hermonthica* aanhechtingen op het wortelstelsel van het *Striga*-gevoelige sorghum ras CK60B en van het *Striga*-tolerante sorghum landras Tiemarifing.



Figuur 3. Relatief opbrengstverlies (%) van sorghum CK60B planten bij verschillende *Striga hermonthica* zaaddichtheden in de grond.

## Effect van het *Striga*-infectieniveau

Resultaten van de experimenten waarin het *Striga*-tolerante landras Tiemarifing werd vergeleken met het *Striga*-gevoelige ras CK60B wezen verder uit dat CK60B over het algemeen vaker geïnfecteerd was dan Tiemarifing. Op grond van dit resultaat werd een vervollexperiment uitgevoerd, waarin het effect van *Striga*-infectieniveau op groei en ontwikkeling van de sorghum en de parasiet werd bekeken. In dit potexperiment werd CK60B opgekweekt bij tien verschillende *Striga*-zaaddichtheden, variërend van 0 tot 2000 zaden per dm<sup>3</sup> grond. Het uiteindelijke effect van het *Striga*-infectieniveau op de sorghumopbrengst is te vinden in Fig. 3. Duidelijk is dat al bij zeer lage zaaddichtheden van *Striga* in de grond grote opbrengstverliezen optreden. Deze waarneming ligt overigens ten grondslag aan een van de grote problemen bij de *Striga*-bestrijding in de praktijk, waar men over het algemeen te maken heeft met hoge besmettingsniveaus. Ook al is men in staat door

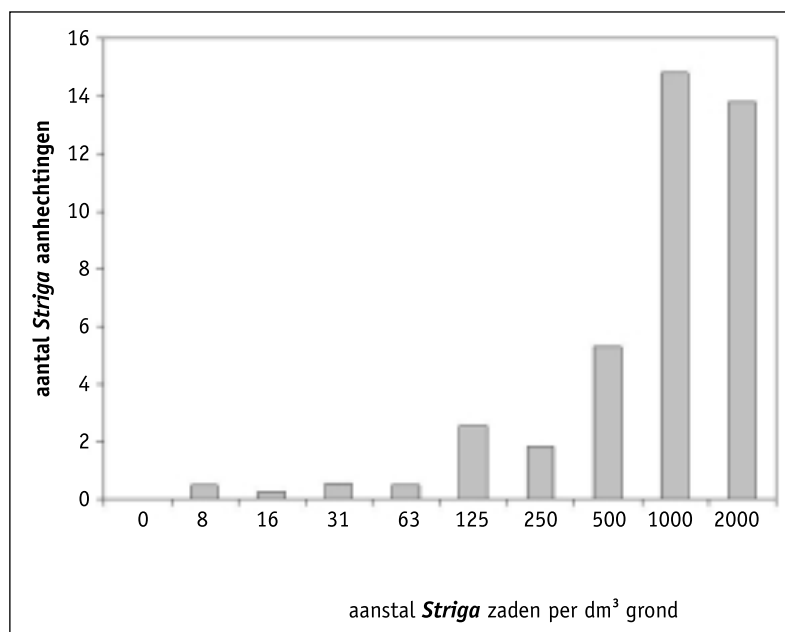
gerichte maatregelen het besmettingsniveau op deze gronden omhoog te brengen, dan nog zal het te verwachten positieve effect op de gewasopbrengst enige jaren op zich laten wachten. Dit is voor de betrokken boeren weinig motiverend om de betreffende maatregelen voort te zetten.

Uit het aantal gevonden *Striga*-aanhechtingen op de sorghum-

wortels op 31 dagen na de sorghumopkomst bleek dat het aantal aanhechtingen toeneemt met de *Striga*-dichtheid (Fig. 4). Het is echter niet onwaarschijnlijk dat bij hogere zaaddichtheden de eerste aanhechting ook eerder heeft plaats gevonden. Immers, bij hogere zaaddichtheden is de kans op contact tussen *Striga* zaad en sorghumwortel proportioneel groter.

## Effect van moment van aanhechting

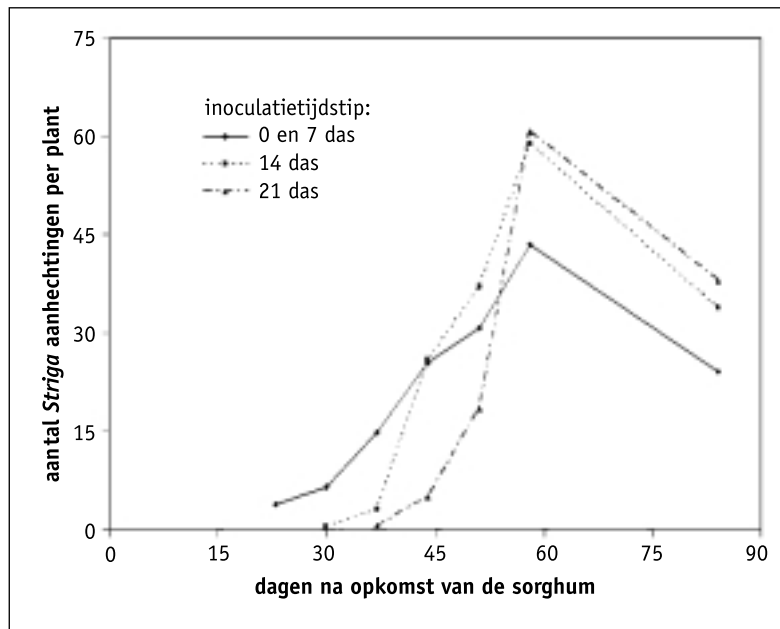
Om na te gaan welke rol het aanhechtingsmoment speelt in de relatie tussen sorghum en *S. hermonthica* werd een nieuw experiment opgezet. In deze proef werd gebruik gemaakt van het *Striga*-gevoelige ras CK60B. Manipulatie van het infectiemoment werd uitgevoerd door de *S. hermonthica* zaden op verschillende momenten in contact te brengen met het wortelstelsel van sorghumplanten van verschillende leeftijd. De tijdstippen waarop inoculatie met *Striga* zaad plaats vond waren: 0 (direct bij sorghum zaai), 7, 14 en 21 dagen na zaai (DAS) van de sorghum.



Figuur 4. Aantal *Striga hermonthica* aanhechtingen op het wortelstelsel van het sorghum ras CK60B op 31 dagen na sorghumzaai, bij verschillende *Striga*-zaaddichtheden in de grond.

Regelmatig werden er sorghumplanten geoogst om het aantal *Striga*-aanhechtingen op het wortelstelsel en de plantgewichten van sorghum en *Striga* te bepalen.

Een eerste bevinding was dat inoculatie met *Striga* zaad op 0 en op 7 dagen na zaai ongeveer hetzelfde effect opleverde op zowel sorghum als op *Striga*. Deze resultaten worden dan ook gecombineerd gepresenteerd in Fig. 5. Bij de sorghumplanten die op 0 en 7 dagen na zaai waren geïnoculeerd werden de eerste *Striga* aanhechtingen op het wortelstelsel gevonden op 23 dagen na zaai. Inoculatie op 14 en 21 dagen na zaai resulteerde in een vertraging van de eerste *Striga*-aantasting met respectievelijk één en twee weken. Verder werd duidelijk dat een later inoculatiemoment niet alleen leidde tot de gewenste vertraging in aanhechtingstijdstip, maar dat dit uiteindelijk ook resulteerde in vergelijkbare aanhechtingsniveaus aan het eind van de groeiperiode. Dit is toch wel verrassend. De verwachting was dat een later inoculatiemoment tot minder *Striga*-aanhechtingen zou



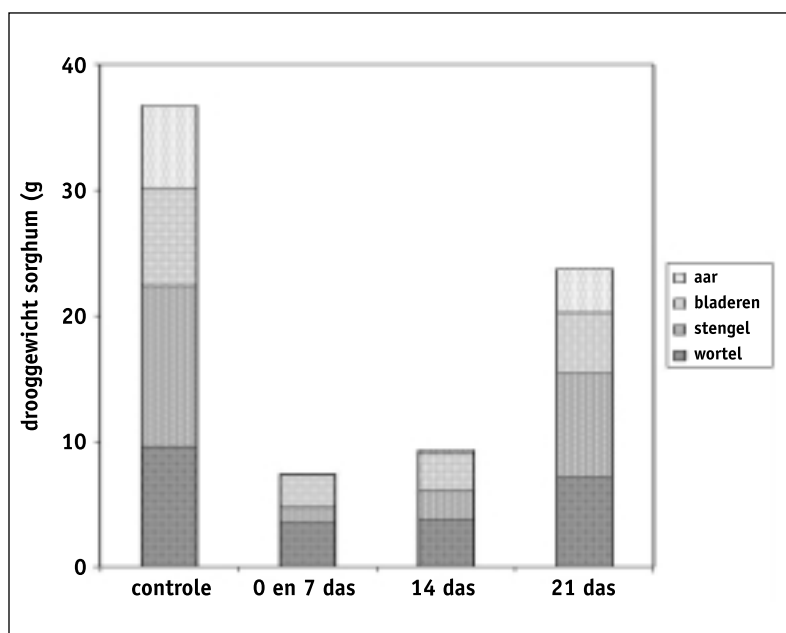
Figuur 5. Tijdsverloop van het aantal *Striga hermonthica* aanhechtingen op het wortelstelsel van het sorghum ras CK60B. Inoculatie met *Striga* zaad vond plaats op verschillende tijdstippen: 0, 7, 14 en 21 dagen na sorghumzaai (das).

leiden, alleen al vanwege het feit dat een latere start leidt tot een kortere periode om aanhechtingen te bewerkstelligen. Ook wordt duidelijk dat er tegen het eind van het groeiseizoen *Striga*-aanhechtingen afsterven (Fig. 5). Bij vroege inoculatie (0 en 7 DAS)

had de *Striga* een desastreus effect op de sorghumproductie. Vergelijken met niet-geïnfecteerde planten werd de biomassa productie met 80% gereduceerd met 80% (Fig. 6). Vertraging van het inoculatiemoment tot 21 DAS resulteerde in een reductie van de sorghumbiomassa met 35%. Belangrijker echter was de bevinding dat de korrelproductie, die bij vroege inoculatie in het geheel niet plaats vond, bij inoculatie op 21 DAS toenam tot 54% van de controleplanten.

## Conclusies en perspectieven

Op grond van de experimenten kan worden geconcludeerd dat het aanhechtingstijdstip van sorghum door *Striga* van zeer sterke invloed is op de mate van schade die de parasiet aanricht. Vroege aanhechting leidt tot grotere opbrengstverliezen. Hoge *Striga*-besmettingsniveaus in de grond leiden tot hogere infectieniveaus van de sorghum en, mogelijk belangrijker, tot vroegere infectie van het ge-



Figuur 6. Het drooggewicht en de drogestofverdeling bij de laatste oogst van niet-geïnfecteerde (controle) en *Striga*-geïnfecteerde sorghum CK60B planten bij verschillende inoculatie tijdstippen van de *Striga*: 0, 7, 14 en 21 dagen na sorghum zaai (das).

was. Duidelijk is ook dat wanneer men in staat is het tijdstip van de eerste aanhechtingen van de gewasplant uit te stellen, er substantieel geringere opbrengstreducties te behalen zijn.

Wat kunnen deze bevindingen nu voor de Afrikaanse boer betekenen? Allereerst zou er gebruik kunnen worden gemaakt van sorghumrassen die relatief laat geïnfecteerd raken. Selectie van sorghumrassen op deze eigenschap moet hieraan voorafgaan. Verder moet er gewerkt worden aan het verlagen van de besmettingsniveaus van de betreffende gronden. Het voorkómen van de productie van nieuwe *Striga* zaden en uitputting van de reeds aanwezige zaadbank zijn hierbij essentiële elementen. Bij dit laatste kunnen mengteelten van sorghum en zogenaamde 'trap crops', zoals cowpea en sesam, een rol spelen. Trap crops stimuleren de kieming van het *Striga* zaad, maar fungeren zelf niet als waardplant voor de *Striga*. Het resultaat is dat het gekiemde *Striga* zaad binnen een

paar dagen afsterft bij afwezigheid van een geschikte waardplant.

Een derde mogelijkheid om onder veldomstandigheden gebruik te maken van de bevindingen van dit onderzoek bestaat uit het ontwikkelen van cultuurmaatregelen die een vertraging van de eerste *Striga*-aanhechting bewerkstelligen. Te denken valt hierbij aan maatregelen die een ruimtelijke scheiding van *Striga* zaad en sorghumwortels in de grond teweeg brengen. Voorbeelden van dit type maatregelen zijn minimale grondbewerking en het zaaïen van de sorghum in diepe plantgaten. Bij minimale grondbewerking blijft de overmaat van nieuw geproduceerde *Striga* zaden op het grondoppervlak en in de bovenste cm's van de bodem aanwezig, resulterend in een ruimtelijke scheiding van de dieper gesitueerde wortels van de waardplant. Bij diep planten bewerkstelt men hetzelfde effect door de sorghum te zaaïen in ruime plantgaten van tenminste 10 cm diep. Bij deze methodiek reduceert men de hoeveelheid wortels

in de bovenste bodemlaag, waarin over het algemeen het meeste *Striga* zaad aanwezig is.

Een andere optie is om in plaats van sorghum te zaaïen, over te gaan tot het uitplanten van enkele weken oude sorghumplanten. Deze planten kunnen gedurende enkele weken opgekweekt worden op kleine *Striga*-vrije veldjes en vervolgens uitgeplant worden op de met *Striga* besmette velden. Deze *Striga*-vrije veldjes zijn meestal wel te vinden op de met organisch afval bemeste gronden vlakbij de dorpen. Door middel van deze methodiek zorgt men er voor dat relatief oude gewasplanten in contact komen met *Striga*-zaad, of anders gezegd, het moment van aanhechting sterk wordt vertraagd.

Bovengenoemde cultuurmaatregelen en hun combinaties worden inmiddels in pot- en veldproeven getest en de resultaten lijken voldoende perspectief te bieden om deze methoden verder te ontwikkelen en aan te passen aan lokale omstandigheden.