

Figuur 4. Effect van applicatie-interval en concentratie van *Ulocladium atrum* in een bloeiend aardbeigewas op het optreden van vruchtrot.

de ontwikkeling van screenings-technieken. Gedurende het selectieproces kan de lijst van goed gedefinieerde, gewenste eigenschappen ook gebruikt worden voor go/no go beslissingen over kandidaatantagonisten.

### Referenties

- Boff, J, Köhl, J, Gerlagh, M, Kraker de, J (2002). Biocontrol of grey mould by *Ulocladium atrum* applied at different flower and fruit stages of strawberry. *BioControl* **47**, 193-206
- Elmer, PAG, Köhl, J (1998). The survival and saprophytic competitive ability of the *Botrytis* spp. antagonist *Ulocladium atrum* in lily canopies. *European Journal of Plant Pathology* **104**, 435-447
- Fokkema, NJ, Nooij, de MP (1981). The effect of fungicides on the microbial balance in the phyllosphere. *EPPO Bulletin* **11**, 303-310
- Köhl, J, Lombaers-van der Plas, CH, Molhoek, WML, Kessel, GJT, Goossen-van der Geijn, HM (1999). Competitive ability of the antagonists *Ulocladium atrum* and *Gliocladium roseum* at temperatures favourable for *Botrytis* spp. development. *BioControl* **44**, 329-346
- Köhl, J, Molhoek, WML, Lombaers-van der Plas, CH, Goossen-van der Geijn, HM, Haas, de BH (2002). Effect of environmental factors on conidial germination of the *Botrytis* spp. antagonist *Ulocladium atrum*. In: Elad, Y, Köhl, J, Shtienberg, D (eds.) Influence of a-biotic and biotic factors on biocontrol agents. *IOBC WPRS Bulletin* **25**, 65-68
- Schoene, P (2002). *Ulocladium atrum* as an antagonist of grey mould (*Botrytis cinerea*) in grapevine. Dissertatie Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Duitsland

## Microbiologische bestrijders: waar staan we over tien jaar

P.H.J.F. van den Boogert,  
J. Postma en

A.G.C.L. Speksnijder  
Najaarsvergadering KNPV &  
10-jarig jubileum Artemis

Plant Research International BV,  
e-mail: paul.vandenboogert@wur.nl

### Inleiding

Een terugblik op het aantal toegelaten biologische bestrijders stemt ons niet echt hoopvol voor de komende tien jaar. De middelen die wel toegelaten zijn, lijden een economisch armzalig bestaan in tegenvallende nichemarkten. Aan de andere kant passen biologische bestrijders uitstekend in de beleidsdoelen van Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) voor geïntegreerde en duurzame landbouw. De vraag is wat de belemmeringen zijn voor markintroductie en, belangrijker, hoe vanuit de markt de ontwikkeling van nieuwe biologische bestrijders kan worden aangestuurd.

In dit artikel gaan we nader in op de nieuwe mogelijkheden voor een kosten-effectieve ontwikkeling van biologische bestrijders en aan de voorwaarden waaraan voldaan moet worden om over tien jaar over een volwaardig pakket biologische middelen te kunnen beschikken.

### Biologische bestrijders en werkingsmechanisme

Bij biologische bestrijders bestaat altijd veel discussie over de precieze definiëring, zowel product-technisch als juridisch. In Nederland lijkt consensus te bestaan over het onderscheid tussen synthetische en natuurlijke gewasbeschermingsmiddelen. De natuurlijke middelen kunnen weer onderverdeeld worden in levende en levenloze actieve stoffen. De biologische bestrijders (virussen, bacteriën en schimmels) worden tot de eerste categorie gerekend; de tweede categorie omvat stoffen (feromonen, plantextracten, etc.). Beide categorieën natuurlijke middelen vallen onder de bestrijdingsmiddelenwetgeving. De macrobiologische bestrijders (nematoden en insecten) zijn hiervan uitgezonderd; deze vallen onder de Flora-en faunawet. Deze macrobiologische bestrijders komen elders in deze serie bespiegelingen aan bod.



Paul van den Boogert (G. Vos, PD)

De werking van biologische bestrijders berust feitelijk op twee basisprincipes: directe en indirecte bestrijding van het pathogeen of plaagorganisme. Biologische bestrijders interacteren met de gewasbelager via parasitisme of via concurrentie. Effectieve parasieten hebben hun gastheer nodig als voedselbron of ze zijn van hun gastheer afhankelijk. Concurrenten om voedsel (en plaats) kunnen bij voldoende presentie de ontwikkelingsmogelijkheden van de gewasbelager ernstig belemmeren. Biologische bestrijders werken niet alleen direct; ze kunnen ook indirect, via de plant, effect hebben, door inductie van verhoogde resistentie tegen gewasbelagers.

### **Historische beschouwing vormt basis voor innovaties**

De ontwikkeling van veel biologische bestrijders voort uit de waarneming dat gewasbelagers onderhevig zijn onder aantals- of schaderegulatie (Foto). Vanuit mechanistisch onderzoek aan ziekteonderdrukking werden verantwoordelijke organismen geïsoleerd, gekarakteriseerd en op gewasbeschermend effect gecontroleerd, naar analogie van de postulaten van Koch. De volgende stappen gaan via een reeks van toetsen met oplopende complexiteit, uitmonden in praktijkproeven om uiteindelijk de gebruikswaarde van deze biologische bestrijders aan te tonen. Dit type onderzoek heeft een krachtige impuls gekregen vanuit universitair en strategisch onderzoek in het kader van milieudoelstellingen, c.q. vermindering van gebruik en afhankelijkheid van synthetische gewasbeschermingsmiddelen. Dat biologische bestrijders passen in een duurzame gewasbescherming hangt samen met het feit dat ze onderdeel vormen van bestaande bioïnteracties; via strategische toepassing (inundatie) op het juiste moment en plaats kan hun bestrijdingseffect maximaal benut wor-



Aardappelknol uit *Rhizoctonia*-onderdrukkende grond met sporulerende mycoparasiet *Verticillium biguttatum* (wit pluis) op lakschurftplekken.

den. In veel gevallen overstijgt een volveldse toepassing niet of in beperkte mate het natuurlijke achtergrondniveau. Het resultaat van de inspanningen is dat er een serie effectieve biologische bestrijders beschikbaar is voor toepassing in geïntegreerde of biologische gewasbescherming.

### **Marktintroductie stagneert**

De marktintroductie van biologische bestrijders stagneert. Cijfers over de omvang van de markt zijn schaars. Ravensberg *et al.* (2003) schatten de Europese markt voor de biologische bestrijders (exclusief *Bacillus thuringiensis*) op 2-5 miljoen dollar en de wereldmarkt op 16 miljoen dollar. In een deskstudie is nagegaan waarom de marktintroductie van bestaande biologische bestrijders stagneert. Volgens onderzoekers hebben de ontwikkelde biologische bestrijders een vergelijkbare werking als hun chemische alternatieven maar het 'window' is beperkter door werkingsafhankelijke omgevingsfactoren. Volgens de producenten zijn

biologische bestrijders veelal te specifiek en daardoor alleen geschikt voor een bepaald belager-gewas-systeem. De markten zijn daardoor te klein zodat noodzakelijke investeringen voor toelating en massaproductie niet terugverdiend kunnen worden. Telers zijn over het algemeen afwachtend; de meer ondernemende telers kijken uit naar nieuwe middelen die beter passen in het beoogde productconcept, zoals 'chemie-vrije' producten of producten geteeld volgens de nieuwste inzichten van geïntegreerde teelt.

### **Stapelning en verbreding**

Om de toepassingsmogelijkheden van bestaande middelen te verbeteren en daarmee hun marktintroductie aantrekkelijker te maken, wordt momenteel onderzoek gedaan naar stapeling en verbreding. Met stapeling wordt bedoeld het combineren van een biologische bestrijder met andere biologische bestrijders, met chemie, met ondersteunende formulering, met een waarschuwingssysteem, met

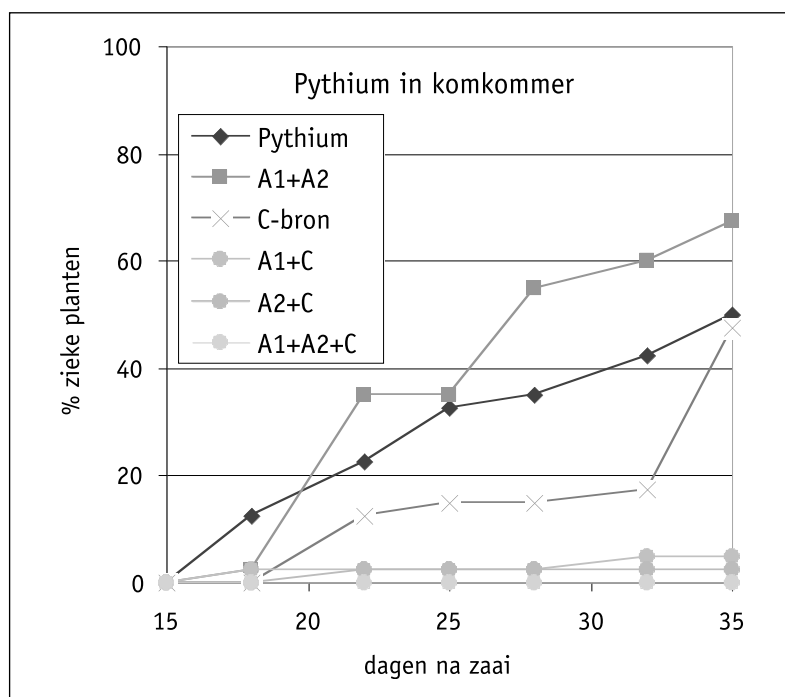


Fig. 1. Effect van biologische bestrijders (A1 en A2) al dan niet in combinatie met een C-bron (als formulering) op ziekte-ontwikkeling (*Pythium*) in komkommer-steenwol systeem.

resistentie etc. Met verbreding wordt een biologisch middel ook in andere gewassen, tegen andere gewasbelagers en in andere teeltsystemen geëxploreerd. Het lopende programma 397-II van de Directie Wetenschap en Kennisoverdracht van LNV geeft de mogelijkheden om stapeling en verbreding te onderzoeken. Een goed voorbeeld van stapeling is de combinatie van een biologische bestrijder met een formulering (Fig. 1). Een klassieker onder de biologische bestrijders, de mycoparasitaire schimmel *Verticillium biguttatum*, laat zich goed combineren met chemie (specifieke Rhizoctonia- en *Pythium*/*Phytophthora*-fungiciden) en ander biologische bestrijders o.a. *Pseudomonas*, *Trichoderma* en *Gliocladium spp.* (Van den Boogert en Luttikholt, 2004).

### Innovaties: design en technologie

Het is een algemene opvatting dat de (micro-)organismen een vrijwel onmetelijke bron zijn van

functies, eigenschappen en stoffjes. Via slimme opspor- en screeningsmethoden moet het mogelijk zijn om nieuwe biologische bestrijders te identificeren die voldoen aan de gewenste eigenschappen met betrekking tot werking, toepassing, productie en risico-profiel.

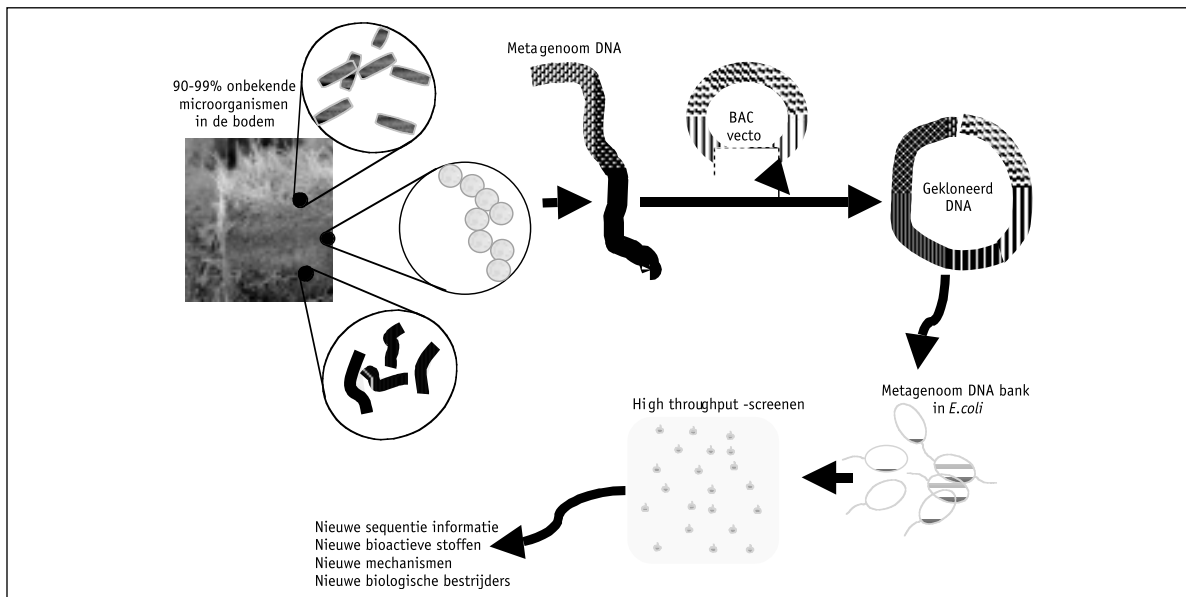
'Ecogenomics' ontwikkelt innovatieve technologie voor het opsporen van nieuwe biologische bestrijders, mechanismen, genen en stoffjes uit het kweekbare en niet-kweekbare deel van de microflora uit elk gewenst (agro of extreem) milieu.

Naast de verwachte technologische doorbraak van 'ecogenomics' kunnen we op basis van de huidige kennis goed inschatten waar en wanneer een biologische bestrijder zijn optimale werking kan bieden. Deze ecologische kennis kan benut worden om biologische bestrijders efficiënt in te zetten. Anders gezegd: via design formuleren welk mechanisme verpakt in welke biologische bestrijder moet worden geselecteerd om welk gewas-

beschermingseffect in het betreffende belager-gewas-systeem te bewerkstelligen onder teeltrelevante omstandigheden. Bij deze design-benadering is de inbreng van telers van groot belang omdat de teelt, maar ook het uiteindelijke product, criteria oplevert waaraan een biologische bestrijder moet voldoen. Behalve de teler heeft ook de producent van een middel criteria waaraan zijn product moet voldoen met betrekking tot producteerbaarheid en toelating (laag risicoprofiel). Wil de consument wel sla met bacteriën? In het toekomstbeeld is een belangrijke rol toegedicht aan design in een ketenperspectief, evenals een rationele 'high-throughput' infrastructuur (miniaturisering, robotisering) voor opsporing en screening van micro-organismen en/of genen. Screenen op een extra eigenschap kan de toepassing ten goede komen; biologische bestrijders die tevens eigenschappen hebben ter verbetering van houdbaarheid, kleur- en geurexpressie zouden interessante perspectieven kunnen bieden.

### Waar staan we over tien jaar?

Een toekomstbeeld van de beschikbaarheid van een breed gewasbeschermingspakket op basis van middelen met een laag risico, waaronder biologische bestrijders, is dan zeker geen utopie. Verwacht wordt dat bovengenoemde innovaties – design in ketenperspectief en 'high-throughput' technologie – een kosteneffectief ontwikkelings-traject van nieuwe gewasbeschermingsproducten mogelijk maken. Op basis van strenge criteria kan al in een vroeg screeningsstadium het perspectief van kandidaat biologische bestrijders geëvalueerd worden. Daarbij is toelating niet langer een laatste hindernis, maar een kroon op het ontwikkelings-traject. Dit positieve toekomstbeeld is wel gekoppeld aan een belangrijke voorwaarde, namelijk de



acceptatie en appreciatie van biologische middelen door consument, teler en producent. Een belangrijke voorwaarde voor de ontwikkeling van nieuwe biologische bestrijders is inzicht in de marktwaardigheid van biologische bestrijders. Het onderzoek zal in de toekomst meer vanuit de markt aangestuurd worden; ook de natuurlijke gewasbeschermingsmiddelen moeten passen in een concurrerende landbouw. Inzicht in de marktwaardigheid kan verkregen worden door een aantal proeflanceringen; marktintroducties van toegelaten biologische bestrijders. Daarvoor zijn naast durfkapitaal kandidaat biologische bestrijders nodig. Plant Research International heeft een aantal producten op de plank die goed gebruikt zouden kunnen worden voor een dergelijke proeflancering. Het convenant 'Geïntegreerde gewasbescherming' vormt een ideaal platform om durfkapitaal te genereren; 'share en stake holders' kunnen daarmee een vliegwiel voor marktintroductie (BioIntrodukt) aandrijven. Alleen acceptatie en appreciatie van biologische middelen vormen de basis voor ontwikkeling van nieuwe biologische bestrijders en daarmee een samenhangend pakket duurzame gewasbeschermingsmiddelen in een concurrerende landbouw.

### Literatuur

Ravensberg, W., Y. Elad & E. Enkegaard, 2002. Current status of biological control of diseases in greenhouse crops a commercial perspective. Proceedings of the joint IOBC-WPRS Working Group "Integrated Control in Protected Crops, Temperate Climate" and IOBC-NRS "Greenhouse, Nursery, & Ornamental Landscape IPM Working Group" at Victoria (British Columbia), Canada, 6-9 May 2002. Bulletin-OILB-SROP 25: 225-231

Van den Boogert, P.H.J.F. & A.J.G. Luttikholt, 2004. Compatible biological and chemical control systems for *Rhizoctonia solani* in potato. European Journal of Plant Pathology, in druk.

## Biologische bestrijders en de Flora- en Faunawet: criteria voor risico-inschatting en toelating biologische bestrijders in Nederland

A.J.M. Loomans,  
Najaarsvergadering KNPV &  
10-jarig jubileum Artemis

Sectie Entomologie, Plantenziektenkundige Dienst Wageningen,  
Postbus 9102 HC Wageningen  
e-mail: a.j.m.loomans@minlnv.nl

Op 1 april 2002 is de nieuwe Flora- en Faunawet in werking getreden. Daarmee was het uitzetten van biologische bestrijders in Nederland wettelijk verboden. Dit is niet in lijn met het beleid van de Nederlandse overheid dat een duurzame en veilige productie van voedselgewassen wil stimuleren en waarin aan biologische bestrijding een belangrijke rol wordt toegedicht. Daarom wordt actief naar een oplossing gezocht, die een doeltreffende maar ook voor de inheemse flora en fauna veilige toepassing van natuurlijke vijanden moet waarborgen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen soorten die reeds in gebruik zijn en soorten die in de toekomst op de markt komen. Voor gewenste, reeds in gebruik zijnde soorten wordt gewerkt aan een lijst van vrijgestelde soorten. Nieuwe biologische bestrijders moeten een volledige risicobeoordeling ondergaan. In onderstaand artikel lichten wij de Nederlandse aanpak toe en beschrijven de criteria en methodiek voor beoordeling en toelating van inheemse en exotische biologische bestrijders (insecten, mijten, aaltjes).

### Inleiding

Een groot aantal organismen wordt al vele jaren met succes als