

vende perspectieven.

Dit onderzoek wordt mede mogelijk gemaakt door financiële ondersteuning van STW (WBI 22.2859 en WPB.5479) en ALW (809.64.011).

## Referenties

- Aharoni, A., A.P. Giri, S. Deuerlein, F. Griepink, F.W.A. Verstappen, H.A. Verhoeven, M.A. Jongsma, W. Schwab and H.J. Bouwmeester. 2003. Terpenoid metabolism in wild-type and transgenic *Arabidopsis thaliana* plants. *Plant Cell*, in press
- Barbosa P (1988) Natural enemies and herbivore-plant interactions: influence of plant allelochemicals and host specificity. In: Barbosa P and Letourneau DK (eds) Novel aspects of insect-plant interactions. Wiley and Sons New York, pp 201-229
- Bouwmeester HJ, Verstappen F, Posthumus MA, Dicke M (1999) Spider-mite induced (3S)-(E)-nerolidol synthase activity in cucumber and Lima bean. The first dedicated step in acyclic C11-homoterpene biosynthesis. *Plant Physiology* 121: 173-180
- Bouwmeester H. J., Kappers, I. E., Verstappen, F.W., Aharoni, A., Luckerhoff, L. L. P., Lückner, J., Jongsma, M. A. & Dicke, M. (2003) Exploring multi-trophic plant-herbivore interactions for new crop protection methods. In: Proceedings of the International Congress Crop Science and Technology, Vol. 2, 10-12 November 2003, Glasgow, British Crop Protection Council, Alton, UK, pp 1123-1134.
- De Boer JG (2004) Bugs in odour space: How predatory mites respond to variation in herbivore-induced plant volatiles. PhD thesis, Wageningen University.
- De Boer JG, Dicke M (2004) Prey searching behavior of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis*: the role of methyl salicylate. *Journal of Chemical Ecology* 30: (in press)
- Dicke M (1999a) Direct and indirect effects of plants on performance of beneficial organisms. In: Ruberson JR (eds) Handbook of Pest Management. Marcel Dekker New York, pp 105-153
- Dicke M (1999b) Evolution of induced indirect defence of plants. In: Tollrian R and Harvell CD (eds) The Ecology and Evolution of Inducible Defenses. Princeton University Press Princeton, NJ, pp 62-88
- Dicke M, Vet LEM (1999) Plant-carnivore interactions: evolutionary and ecological consequences for plant, herbivore and carnivore. In: Olff H, Brown VK and Drent RH (eds) Herbivores: Between Plants and Predators. Blackwell Science Oxford, UK, pp 483-520
- Dicke M, Van Loon JJA (2000) Multitrophic effects of herbivore-induced plant volatiles in an evolutionary context. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 97: 237-249
- Dicke M, Van Poecke RMP (2002) Signalling in plant-insect interactions: signal transduction in direct and indirect plant defence. In: Scheel D and Wasternack C (eds) Plant Signal Transduction. Oxford University Press Oxford, pp 289-316
- Dicke M, Gols R, Ludeking D, Posthumus MA (1999) Jasmonic acid and herbivory differentially induce carnivore-attracting plant volatiles in lima bean plants. *Journal of Chemical Ecology* 25: 1907-1922
- Dicke M, de Boer JG, Hofte M, Rocha-Granda MC (2003) Mixed blends of herbivore-induced plant volatiles and foraging success of carnivorous arthropods. *Oikos* 101: 38-48
- Dicke M, Sabelis MW, Takabayashi J, Bruin J, Posthumus MA (1990a) Plant strategies of manipulating predator-prey interactions through allelochemicals: prospects for application in pest control. *Journal of Chemical Ecology* 16: 3091-3118
- Dicke M, Van Beek TA, Posthumus MA, Ben Dom N, Van Bokhoven H, De Groot AE (1990b) Isolation and identification of volatile kairomone that affects acarine predator-prey interactions. Involvement of host plant in its production. *Journal of Chemical Ecology* 16: 381-396
- Drukker B, Scutareanu P, Sabelis MW (1995) Do anthocorid predators respond to synomones from *Psylla*-infested pear trees under field conditions? *Entomologia Experimentalis et Applicata* 77: 193-203
- Geervliet JBF, Verdel MSW, Snellen H, Schaub J, Dicke M, Vet LEM (2000) Coexistence and niche segregation by field populations of the parasitoids *Cotesia glomerata* and *C. rubecula* in the Netherlands: predicting field performance from laboratory data. *Oecologia* 124: 55-63
- Gols R, Roosjen M, Dijkman H, Dicke M (2003) Induction of direct and indirect plant responses by jasmonic acid, low spider mite densities or a combination of jasmonic acid treatment and spider mite infestation. *Journal of Chemical Ecology* (in press)
- Gouinguene S, Degen T, Turlings TCJ (2001) Variability in herbivore-induced odour emissions among maize cultivars and their wild ancestors (teosinte). *Chemoecology* 11: 9-16
- Gouinguene SP, Turlings TCJ (2002) The effects of abiotic factors on induced volatile emissions in corn plants. *Plant Physiology* 129: 1296-1307
- Janssen A (1999) Plants with spider-mite prey attract more predatory mites than clean plants under greenhouse conditions. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 90: 191-198
- Kahl J, Siemens DH, Aerts RJ, Gäbler R, Kühnemann F, Preston CA, Baldwin IT (2000) Herbivore-induced ethylene suppresses a direct defense but not a putative indirect defense against an adapted herbivore. *Planta* 210: 336-342
- Kessler A, Baldwin IT (2001) Defensive function of herbivore-induced plant volatile emissions in nature. *Science* 291: 2141-2144
- Krips OE, Willems PEL, Gols R, Posthumus MA, Gort G, Dicke M (2001) Comparison of cultivars of ornamental crop *Gerbera jamesonii* on production of spider mite-induced volatiles, and their attractiveness to the predator *Phytoseiulus persimilis*. *Journal of Chemical Ecology* 27: 1355-1372
- Loughrin JH, Manukian A, Heath RR, Tumlinson JH (1995) Volatiles emitted by different cotton varieties damaged by feeding beet armyworm larvae. *Journal of Chemical Ecology* 21: 1217-1227
- Lückner, J., Schwab, W., van Hautum, B., Blaas, J., van der Plas, L.H.W., Bouwmeester H.J., Verhoeven, H.A. (2003) Increased and altered fragrance of tobacco plants after metabolic engineering using three monoterpene synthases from lemon. *Plant Physiol.*, in press
- Mattiacci L, Dicke M, Posthumus MA (1994) Induction of parasitoid attracting synomone in brussels sprouts plants by feeding of *Pieris brassicae* larvae: role of mechanical damage and herbivore elicitor. *Journal of Chemical Ecology* 20: 2229-2247
- Mattiacci L, Dicke M, Posthumus MA (1995) beta-Glucosidase: an elicitor of herbivore-induced plant odor that attracts host-searching parasitic wasps. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 92: 2036-2040
- Sabelis MW, Van de Baan HE (1983) Location of distant spider mite colonies by phyto-seiid predators: demonstration of specific kairomones emitted by *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 33: 303-314
- Schmelz EA, Alborn HT, Banchio E, Tumlinson JH (2003) Quantitative relationships between induced jasmonic acid levels and volatile emission in *Zea mays* during *Spodoptera exigua* herbivory. *Planta* 216: 665-673
- Shimoda T, Takabayashi J, Ashihara W, Takafuji A (1997) Response of predatory insect *Scolothrips takahashii* toward herbivore-induced plant volatiles under laboratory and field conditions. *Journal of Chemical Ecology* 23: 2033-2048
- Steinberg S, Dicke M, Vet LEM, Wanningen R (1992) Response of the braconid parasitoid *Cotesia (=Apanteles) glomerata* to volatile infochemicals: effects of bioassay set-up, parasitoid age and experience and barometric flux. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 63: 163-175
- Turlings TCJ, Tumlinson JH, Lewis WJ (1990) Exploitation of herbivore-induced plant odors by host-seeking parasitic wasps. *Science* 250: 1251-1253
- Van Lenteren JC, De Ponti OMB (1990) Plant-leaf morphology, host-plant resistance and biological control. *Symposia Biologica Hungarica* 39: 365-386
- Wiskerke JSC, Vet LEM (1994) Foraging for solitary and gregariously feeding caterpillars: a comparison of two related parasitoid species. *J. Insect. Beh.* 7: 585-603

## Biologische bestrijding van bovengegrondse ziekten: succes bepaald door ecologie en economie

Jürgen Köhl,  
Najaarsvergadering KNPV &  
10-jarig jubileum *Artemis*

*Plant Research International,*  
P.O. Box 16, 6700 AA Wageningen

## Inleiding

Ziekten die bovengegrondse delen van gewassen aantasten kunnen tot grote economische schade leiden. Voorbeelden van belangrijke ziekteverwekkers in Nederland zijn: *Phytophthora infestans* (aardappel), *Botrytis* spp., gespecialiseerde pathogensoorten van ech-

te en valse meeldauw (diverse gewassen) en *Venturia inaequalis* (appel). Veel nationaal en internationaal, wetenschappelijk onderzoek naar biologische bestrijding is succesvol uitgevoerd, maar heeft slechts geleid tot de ontwikkeling van een zeer beperkt aantal biologische bestrijdingsproducten. Hierna wordt, gebaseerd op ervaringen uit eigen onderzoek, een aanpak besproken die mogelijk tot een grotere kans op productontwikkeling zal leiden.

Aan het beginpunt van onderzoek naar antagonisten in de fylosfeer stond het ontrafelen van de rol van antagonisten. Kennis hierover had onderzoek tot gevolg naar het effect van fungicidentoepassingen op de van nature aanwezige antagonistpopulaties, met name van gisten. Gebruik van selectieve fungiciden kan leiden tot bescherming van de antagonisten in de fylosfeer, terwijl gebruik van breed werkzame fungiciden kan leiden tot het verwijderen van de natuurlijke buffering in de fylosfeer waardoor nieuwe ziekteproblemen kunnen optreden (Fokkema en Nooij, 1981). De fylosfeer werd door dit onderzoek ook ontdekt als bron van antagonisten voor de biologische bestrijding.

Gedurende de laatste twee decennia is wereldwijd intensief onderzoek uitgevoerd naar microbiële antagonisten. Dit heeft tot vele publicaties geleid. Het onderzoek was en is nog steeds vaak aanbod-georiënteerd. Door de scherpe doelstelling om economisch rendabele biologische bestrijdingsmiddelen te ontwikkelen wordt het onderzoek steeds meer vraag-gestuurd uitgevoerd. Zicht op het geheel van economische succesfactoren, die de mate van acceptatie door consumenten, gebruiker en producenten bepalen, is hierbij essentieel.

De acceptatie door consumenten zal hoog zijn vanwege het positieve imago van 'pesticide free food' en van biologische bestrijding in

het algemeen. Daarentegen is het imago van bacteriën, schimmels en virussen in het algemeen minder positief: micro-organismen worden vooral gezien als ziekteverwekker. Een goede communicatie met consumenten over risico-inschattingen en een zorgvuldige toxicologische documentatie moeten de marktintroductie van microbiële bestrijdingsmiddelen voorafgaan.

Voor een grote mate van acceptatie door de gebruikers is het vooral belangrijk dat een biologisch bestrijdingsmiddel effectief en betrouwbaar is. Verder moet het gebruik inpasbaar zijn in het teeltsysteem. De toepassing moet met de gebruikelijke apparatuur mogelijk zijn zonder noodzaak van speciale aanpassingen. Omdat in vele gewassen meer dan één ziekte bestreden moeten worden, is de compatibiliteit van een biologisch bestrijdingsmiddel met chemische of andere biologische bestrijdingsmiddelen, die daarnaast ook in het gewas worden toegepast, essentieel. Ook gebruiksgemak verhoogt de acceptatie door de teler. Indien een biologisch bestrijdingsmiddel op een zeer speciale manier bewaard moet worden vóór de toepassing (bijvoorbeeld in een continue koelketen) of alleen bij zeer speciale weerssituaties toegediend kan worden (bijvoorbeeld op 'grijze' dagen of laat in de avond-

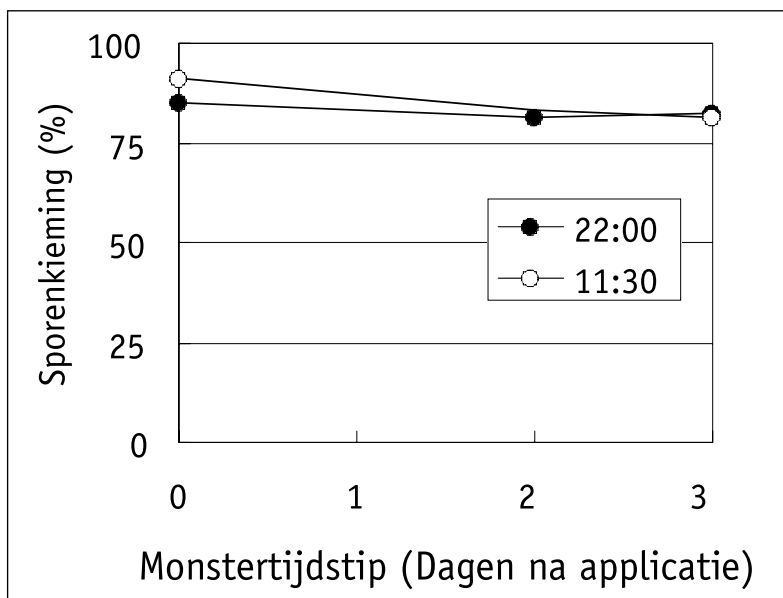


Jürgen Köhl (G. Vos, PD)]

uren) zal een teler in veel situaties een andere optie kiezen.

Productenten van biologische bestrijdingsmiddelen vinden alleen middelen interessant met een gunstige 'return of investment'. Tegenover de kosten voor productontwikkeling, licenties, registratie en marktintroductie als ook de productie- en marketingkosten moet een acceptabele verkoopprijs kunnen staan. Ook de grootte van de afzetmarkt voor een biologisch middel is cruciaal voor een producent. Omvang van de teelt van een gewas, de economische schade door de te bestrijden ziekte en het te verwachten marktaandeel voor het biologisch bestrijdingsmiddel ten opzichte van concurrerende bestrijdingsmiddelen moeten worden afgewogen.

Vele van de genoemde factoren die invloed hebben op de acceptatie van een biologisch middel worden in sterke mate bepaald door de eigenschappen van de in het middel gebruikte antagonist. In een vraag-gestuurd onderzoek naar de selectie van nieuwe antagonisten is het daarom belangrijk dat deze cruciale economische succesfactoren vertaald worden in criteria voor het screenen van antagonisten. De belangrijkste criteria zullen gericht zijn op de ecologische eigenschappen van de antagonisten, hun toxicologische eigenschappen en hun geschiktheid voor massaproductie. Onderzoek naar kansrijke antagonisten vraagt daarom al in een vroeg stadium van productontwikkeling om samenwerking tussen ecologische fytopathologen, toxicologen en industriële microbiologen. Hierdoor kan worden voorkomen dat, bijvoorbeeld vanwege ongunstige toxicologische eigenschappen, onnodig onderzoekscapaciteit in een uiteindelijk kansloze kandidaatantagonist wordt geïnvesteerd. De ecologische eigenschappen van een antagonist voor toepassingen in de fylosfeer worden bepaald door de bijzondere microkli-



Figuur 1. Effect van spuittijdstip op de vitaliteit van conidia van *Ulocladium atrum* onder veldomstandigheden (uit: Köhl et al., 2002).

matologische omstandigheden in deze niche: temperaturen wisselen snel in een breed traject, vochtige periodes wisselen af met meestal lange droge periodes, temperaturen tijdens vochtperiodes zijn meestal laag, droogte gaat vaak gepaard met UV-straling. Verder komen antagonisten in de fyllofeer weinig nutriënten tegen en zijn ze vaak blootgesteld aan regen en eventueel aan gewasbeschermingsmiddelen.

Hierna worden enkele resultaten gepresenteerd uit afgerond en lopend onderzoek om aan te geven hoe ecologische eigenschappen van antagonisten gevolgen kunnen hebben voor het economische succes van een mogelijke toepassing in een biologisch bestrijdingsmiddel.

### Tijdstip van applicatie

In het onderzoek naar gebruik van micro-organismen in de fyllofeer worden applicaties vaak uitgevoerd in de avonduren bij een zo hoog mogelijke luchtvochtigheid om de micro-organismen te beschermen tegen stress door droogte en UV-straling. Proeven met conidia van de antagonist *Ulocladium atrum* hebben laten zien dat

de vitaliteit van conidia gedurende de dagen na de toepassing niet achteruitgaat, ook niet indien de conidia om 11:30 werden toegevoerd bij een luchttemperatuur van boven de 30 °C (Figuur 1). Een biologisch bestrijdingsmiddel waarvoor men geen rekening hoeft te houden met bepaalde weersomstandigheden tijdens het toedienen, is voor een teler beter inpasbaar en gemakkelijker te gebruiken.

### Effect van temperatuur op sporenkieming

Gemiddeld duren vochtperiodes op bladeren onder Nederlandse veldomstandigheden in een open gewas zoals ui 4,9 uur en in een gesloten gewas zoals lelie 9,7 uur (Köhl et al., 1999). Tijdens deze periodes is de gemiddelde temperatuur ook in de zomer met ongeveer 15 °C laag. Voor een succesvolle kolonisatie van de fyllofeer moeten de sporen in staat zijn binnen deze korte "bladnatperiodes" en bij deze overheersend lage temperaturen te kiemen. In onderzoek onder geconditioneerde omstandigheden is gevonden dat conidia van de veelbelovende antagonist *Gliocladium roseum* (*Clonostachys*

*rosea*) onder optimale omstandigheden bij 28 °C tien uur nodig hebben totdat 50% van de conidia gekiemd is (Figuur 2). Daarentegen verloopt het kiemingsproces veel trager bij lagere temperaturen: zo zijn bij 15 °C 24 uur en bij 6 °C tachtig uur nodig totdat 50% van de conidia gekiemd is. Een andere antagonist had onder optimale omstandigheden slechts 2,6 uur nodig, bij 15 °C 5 uur en bij 6 °C achttien uur totdat 50% van de conidia gekiemd was. Op grond van de kinetica van de kieming kan geconcludeerd worden dat de eerste antagonist voornamelijk in verwarmde kassen toepasbaar zal zijn, maar de tweede ook inzetbaar zal zijn in niet verwarmde kassen en vooral ook in het open veld. De mate van koudetolerantie van antagonisten heeft een grote invloed op de marktgrootte en de betrouwbaarheid van een biologisch bestrijdingsmiddel.

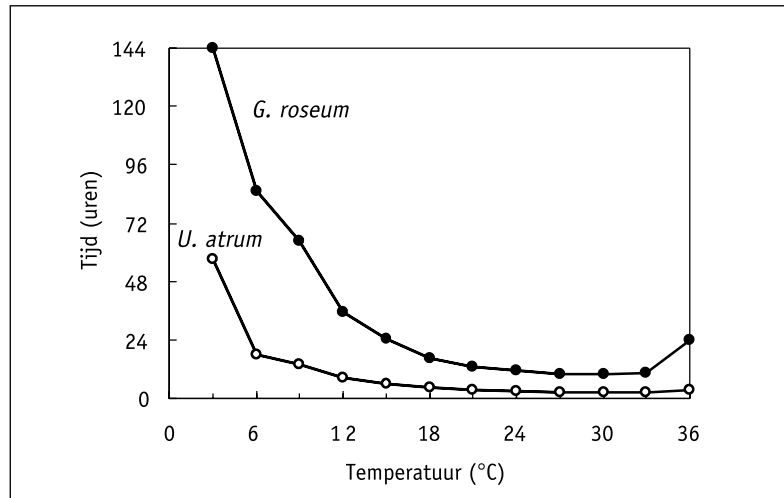
### Populatiedynamiek van antagonisten in de fyllofeer

Gewasbespuitingen van lelie met conidasuspensies van *U. atrum* leiden tot een zeer heterogene verdeling van de conidia in het dichte gewas (Figuur 3). Onder in het gewas komen veel minder sporen op de bladeren terecht dan boven in het gewas. Verder is in de loop van de tijd een afname geconstateerd van het aantal sporen. Binnen drie weken verdwijnt 70% van de sporen. De oorzaak hiervoor is niet bekend. In dit systeem vraagt de toepassing van de antagonist om een aangepaste spuittechniek en hoge spuitfrequenties, wat de acceptatie door de teler zal verlagen. De antagonistische bacteriën C148 en B39 reduceren bij aardappel de aantasting door *Phytophthora infestans* met zestig tot 95% indien er populaties van  $1 \times 10^4$  tot  $1 \times 10^5$  bacteriën per  $\text{cm}^2$  op het blad bereikt worden (Jongebloed en Kessel, ongepubliceerd). Populatiebepalingen van de antagonisten na

toepassing in het veld hebben laten zien dat de populatieomvang binnen een nacht afnam en dat de volgende ochtend minder dan 1% van de toegediende bacteriën terug te vinden was. Gezien de slechte overleving van de antagonistische bacteriën in de fylosfeer zal hun effectiviteit en betrouwbaarheid niet voldoen aan de eisen van de gebruiker.

### Biologische bestrijding van *Botrytis cinerea* in aardbei

Infecties vinden plaats in bloemdeeltjes tijdens de bloei. *U. atrum* is effectief indien de antagonist aanwezig is voordat infecties plaatsvinden (Boff *et al.*, 2002). Tijdens de bloeiperiode openen dagelijks nieuwe bloemen. *B. cinerea* verspreidt zich via de lucht. In deze situatie is een frequente toepassing van de antagonist dus noodzakelijk. Twee bespuitingen per week geven een verbetering ten opzichte van een bespuiting per week (Figuur 4). Nog frequentere applicaties kunnen het bestrijdingseffect verder verbeteren, maar hierdoor ontstaan wel hoge kosten en een laag gebruiksgemak voor de teler, wat



Figuur 2. Effect van temperatuur op de kieming van conidia van de antagonist *Gliocladium roseum* en *Ulocladium atrum* op agar. Weergegeven is de benodigde tijd totdat 50% van de conidia gekiemd is. (uit: Köhl *et al.*, 1999).

deze strategie minder acceptabel maakt. Nieuw onderzoek naar het koppelen van antagonisten-applicaties aan waarschuwingsmodellen of het gebruik van bijen als vectoren, dat door PPO in samenwerking met PRI is geïnitieerd, kan hierbij uitkomst bieden.

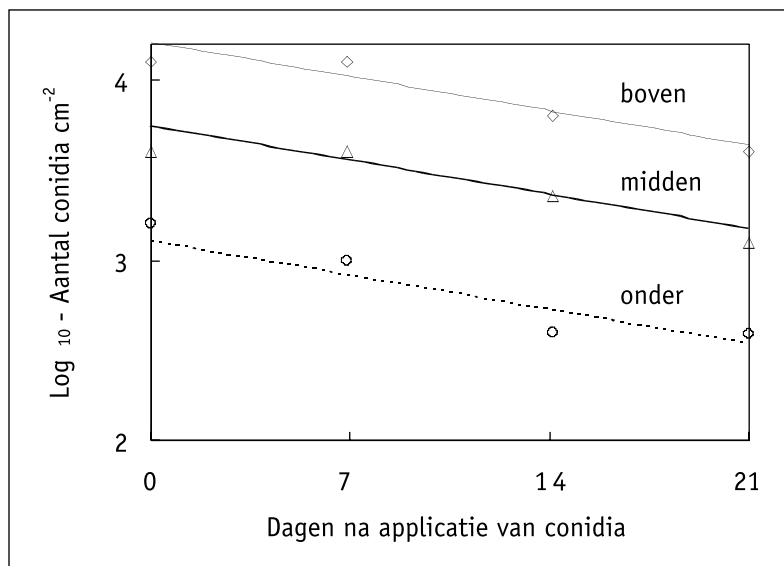
### Biologische bestrijding van *Botrytis cinerea* in druif

Voor de biologische bestrijding van vruchtrot in druif met *U.*

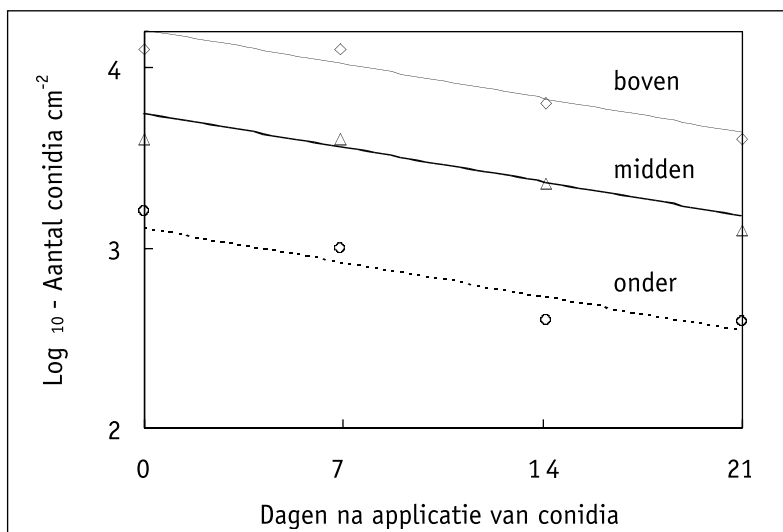
*atrum* zijn over het gehele groeiseizoen drie á vier bespuitingen op de clusters van bloemen en jonge vruchten voldoende (Schoene, 2002). De antagonist is compatibel met de gebruikelijke fungiciden tegen valse meeldauw en heeft geen nadelig effect op de wijnfermentatie. Door deze eigenschappen is de inpassing in gangbare teeltsystemen goed mogelijk en zijn de benodigde hoeveelheden per hectare acceptabel voor de teler.

### Conclusies

In een vraag-gestuurd onderzoek naar het opsporen van microbiële antagonisten ten behoeve van de ontwikkeling van biologische bestrijdingsmiddelen bepalen een reeks van economische succesfactoren de gewenste eigenschappen van antagonisten. De ideale antagonist heeft een optimale combinatie van gewenste eigenschappen, terwijl een ongewenste eigenschap al zorgt voor het falen van de antagonist. Voor het uitvoeren van een doelgericht selectieprogramma is het noodzakelijk voor de beoogde toepassing een lijst met gewenste eigenschappen op te stellen. Deze lijst kan vervolgens gebruikt worden voor het definiëren van selectiecriteria en



Figuur 3. Populatiedynamiek van *Ulocladium atrum* in een leliegewas. Conidia zijn toegediend met  $2 \times 10^6$  conidia per ml en het aantal conidia per  $cm^2$  is microscopisch bepaald op bladeren boven, midden en onder in het gewas. (uit: Elmer and Köhl, 1998).



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 marktintroductie 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)