



Alternatieven voor de beheersing van echte meeldauw zonder pijpzwavel

Jantineke D. Hofland-Zijlstra



© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Wageningen UR Glastuinbouw

Adres : Violierenweg 1, 2665 MV Bleiswijk
: Postbus 20, 2665 ZG Bleiswijk
Tel. : 0317 - 48 56 06
Fax : 010 - 522 51 93
E-mail : glastuinbouw@wur.nl
Internet : www.glastuinbouw.wur.nl

Inhoudsopgave

1	Samenvatting	5
2	Inleiding	7
	2.1 Doel en afbakening van het onderzoek	7
	2.2 Knelpunten in de bestrijding zonder pijpzwavel	7
	2.2.1 Beperkte inzet van chemische middelen mogelijk	7
	2.2.2 Beperkte inzet van niet-chemische middelen mogelijk	9
	2.2.3 Meeldauw resistente rassen niet voor alle gewassen beschikbaar	9
	2.3 Eigenschappen van echte meeldauwschimmels	10
3	Alternatieven voor bestrijding van echte meeldauw op korte termijn	13
	3.1 Preventieve maatregelen	13
	3.2 Plantversterkers en plantversterkende meststoffen	13
	3.3 Bladbemesting met fosfaat	18
	3.4 Bicarbonaten en andere producten	18
	3.5 Compostthee	18
	3.6 Antagonistische schimmels	19
	3.7 UV-C behandeling	19
	3.8 Anodische oxidatie	20
	3.9 Behandeling met water(film)	20
	3.10 Vloeibare vangplaten	20
	3.11 Behandeling met rood licht & continue belichting	20
4	Conclusies & Aanbevelingen	21
	4.1 Conclusies	21
	4.2 Perspectievolle alternatieven	21
	4.3 Nieuwe ontwikkelingen rondom detectie	23
	4.4 Kennishiaten & Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	23
5	Literatuur	25

1 Samenvatting

In diverse teelten is het verdampen van pijpzwavel in zwavelpotten een effectieve maatregel om echte meeldauw te bestrijden, maar het gebruik van pijpzwavel staat onder druk. In 2010 wordt de RUB-lijst (Regeling Uitzondering Bestrijdingsmiddelen) opnieuw beoordeeld en het is nog onzeker hoe lang dit middel nog toegelaten is. De mogelijkheid om het gebruik van pijpzwavel te vervangen door chemische middelen is beperkt vanwege de resistentieontwikkeling, kans op gewasschade bij sommige producten en nadelige invloed op biologische bestrijders. Ook de inzet van partieel resistente meeldauwrassen heeft zich tot nu toe beperkt tot de komkommerteelt. Wageningen UR Glastuinbouw heeft in deze literatuurstudie de knelpunten bij het verdwijnen van pijpzwavel voor de belangrijkste gewassen (roos, gerbera, tomaat, paprika en potplanten) in kaart gebracht en een overzicht gemaakt van diverse alternatieven binnen deze teelten voor de beheersing van echte meeldauw. Daaruit zijn de meest veelbelovende op een rij gezet. Dit project is gefinancierd door Productschap Tuinbouw en tot stand gekomen in samenwerking met LTO Groeiservice.

Huidige alternatieven

Als pijpzwavel verdwijnt ter bestrijding van echte meeldauw dan zijn er voldoende alternatieve middelen- en methoden beschikbaar om zowel op korte als op lange termijn voor een effectieve bestrijding te zorgen. Veelbelovende alternatieven die nu al op de markt beschikbaar zijn: Enzicur, bicarbonaten, meststoffen met een gunstige nevenwerking op de plantweerstand, UV-C belichting in de sierteelt, biologische bestrijding met antagonisten (bijvoorbeeld *Verticillium lecanii*), bladbemesting met fosfaat en compostthee. In de meeste teelten zal een gecombineerde aanpak van methoden en middelen nodig zijn om de meeldauw volledig te beheersen, omdat één product of methode geen 100% reductie geeft. Ook dienen de meeste middelen en methoden regelmatig (4-7 dagen) toegepast te worden, omdat niet geraakte meeldauwsporen snel nieuwe infecties kunnen veroorzaken.

Alternatieven beschikbaar op korte termijn (< 4 jr)

De ontwikkelingen op korte termijn bieden uitzicht op nieuwe chemische middelen die op de markt beschikbaar komen die bestaan uit andere chemische groepen dan de strobilurines, zodat een ruimere afwisseling mogelijk is. Ook het product Proradix waarvan de *Pseudomonas* bacterie de plantweerstand kan verhogen lijkt uitzicht te bieden op een breder aanbod van biologische bestrijders, maar is op dit moment alleen nog maar toegelaten in de aardappelteelt.

Buitenlandse onderzoekers laten zien dat directe en indirecte bestrijding van echte meeldauw is ook mogelijk door behandeling met rood licht. Deze behandeling geeft de plant een mate van stress waardoor ook de weerstand van de plant tegen schimmelbelagers wordt verhoogd.

Ook behandeling met electrochemisch geactiveerd water lijkt nieuwe hoop te geven in de strijd tegen echte meeldauw. Bij Wageningen UR Glastuinbouw liep in 2010 een onderzoek naar diverse toepassingen van Aquanox® binnen de glastuinbouw en dit onderzoek krijgt een vervolg in 2011.

Het vroegtijdig opsporen van meeldauwinfecties is nu al mogelijk met chlorofylfluorescentie. Bij Wageningen UR Glastuinbouw wordt gewerkt aan een mobiel apparaat voor telers. De ontwikkelingen waarbij een elektronische neus door signalen van vluchtige stoffen tijdig een infectie op spoort staat nog in de kinderschoenen, maar kunnen wel de basis gaan vormen van toekomstige waarschuwingssystemen.

Kennishiaten & vervolgonderzoek

Op dit moment is van diverse producten die nu op de markt verkrijgbaar zijn als meststoffen met een gunstige nevenwerking op de plantweerstand niet duidelijk wat de effectieve werking is tegen echte meeldauw. Het verdient aanbeveling om hiervoor deugdelijkheidsonderzoek uit te voeren onder Nederlandse teeltcondities. Ook de inzet van biologische bestrijders waarvan er nu al geregistreerde producten op de markt zijn, zoals Mycotal en Proradix dienen getoetst te worden binnen verschillende gewassen op hun werking tegen echte meeldauw. Ten slotte is het van belang om voor elk knelpuntgewas tot een concept te komen voor de meest geschikte combinaties van middelen, klimaat- en teeltmaatregelen voor volledige beheersing van echte meeldauw.

2 Inleiding

Het gebruik van pijpzwavel in de glastuinbouw staat onder druk. In 2010 wordt de RUB-lijst (Regeling Uitzondering Bestrijdingsmiddelen) opnieuw beoordeeld en alleen middelen die geregistreerd worden als gewasbeschermingsmiddel mogen dan nog worden toegepast. In diverse teelten is het verdampen van pijpzwavel in zwavelpotten een effectieve maatregel om echte meeldauw te bestrijden. De zwavel die gebruikt wordt voor de verdampers is echter een goedkoop middel waardoor weinig fabrikanten perspectief zien om een dure toelatingsprocedure in te gaan. LTO Groeiservice heeft daarom dit knelpunt opgepakt en maakt zich samen met fabrikanten sterk om pijpzwavel geregistreerd te krijgen. Op dit moment is er nog grote onzekerheid hoe lang dit middel nog toegelaten is.

Binnen een aantal teelten zoals roos, gerbera, tomaat, paprika en potplanten zal zonder het gebruik van pijpzwavel de bestrijding van echte meeldauw moeilijker worden. De mogelijkheden om chemische middelen in te zetten is per teelt verschillend en afhankelijk van de mogelijkheden om niet-chemische alternatieven in te kunnen zetten. Biologische telers hebben daarnaast nauwelijks andere correctiemiddelen dan pijpzwavel en zullen teruggeworpen worden op alternatieve producten waarvan de werking nog niet altijd voldoende in de praktijk is getoetst.

Daarnaast staat het gebruik van zwavel ook onder druk, omdat dit een negatief effect kan hebben op de aanwezige plaagbestrijders in een gewas (Kerssies et al. 1997). In de vruchtgroenten- en sierteelt wordt steeds meer omgeschakeld naar een gewasbeschermingsstrategie op basis van geïntegreerde bestrijding. Hierbij wordt eerst biologische plaagbestrijding ingezet en pas als deze onvoldoende effectief is, worden er alsnog behandelingen met chemische middelen uitgevoerd.

Door Wageningen UR Glastuinbouw is gefinancierd door Productschap Tuinbouw en in samenwerking met LTO Groeiservice (J. Vriend) een overzicht gemaakt van beschikbare alternatieve methoden en middelen om meeldauw te voorkomen en/of te bestrijden zonder het gebruik van zwavel.

2.1 Doel en afbakening van het onderzoek

Doel van dit onderzoek is om de knelpunten bij het verdwijnen van pijpzwavel voor de belangrijkste gewassen (roos, gerbera, tomaat, paprika en potplanten) in kaart te brengen en een overzicht te maken van diverse alternatieven binnen deze teelten voor de beheersing van echte meeldauw.

Afbakening van het onderzoek

Echte meeldauw wordt in komkommer ook als belangrijk probleem ervaren. In dit onderzoek wordt deze in de knelpuntenanalyse buiten beschouwing gelaten, omdat pijpzwavel daar nauwelijks toegepast wordt vanwege risico op gewasschade. Bij de bespreking van alternatieven zal er wel aandacht zijn voor dit gewas, omdat Rocket weliswaar even terug is, maar de sector heeft daarentegen wel behoefte aan meer middelen tegen echte meeldauw.

2.2 Knelpunten in de bestrijding zonder pijpzwavel

2.2.1 Beperkte inzet van chemische middelen mogelijk

Verminderde effectiviteit

Tabel 1.1 geeft een overzicht van de gewasbeschermingsmiddelen die een toelating hebben voor de bestrijding van echte meeldauw in paprika, tomaat, roos, gerbera en potplanten. Het middel Rocket is in 2010 even vervallen geweest voor de meeste gewassen met uitzondering van komkommer, maar is vanaf 1 oktober 2010 weer toegelaten in de teelt van komkommer, courgette, tomaat en bloemisterijgewassen. Voor de sierteeltgewassen valt het op dat er op het eerste gezicht veel middelen beschikbaar lijken te zijn om echte meeldauw te bestrijden. Alleen dienen deze middelen wel vaak te worden afgewisseld, omdat met name de groep van strobilurinen gevoelig zijn voor resistentie-ontwikkeling en maar

beperkt mogen worden gebruikt, hooguit 3-4 keer per teelt (Russell 2005). In paprika zijn er slechts vier middelen beschikbaar en de meeste daarvan vallen in de groep van strobilurinen. In de praktijk ervaren telers al een verminderde werking van fungiciden tegen echte meeldauw. Door het versmalde middelenpakket zijn breedwerkende middelen beperkter aanwezig en is het lastig om middelen met werkzame stoffen uit andere groepen voldoende met elkaar af te wisselen.

Tabel 1.1 Overzicht van gewasbeschermingsmiddelen die een toelating hebben voor de bestrijding van echte meeldauw (info van het Ctgb in juni 2010) in paprika, tomaat, roos, gerbera en potplanten. Werking: p=preventief, c=curatief.

Fabrikant	Middel (werking)	Werkzame stof	Chemische groep	Resistentie-gevoeligheid	paprika	tomaat	roos	gerbera	potplanten
Bayer	Flint (p)	trifloxistrobin	strobilurinen	hoog	x	x	x	x	x
BASF	Kenbyo (p)	kresoxim-methyl	strobilurinen	hoog			x	x	x
Syngenta	Ortiva (c)	azoxystrobin	strobilurinen	hoog	x	x	x	x	
Certis	Rocket EC* (p+c)	triflumizool	imidazolen	matig		x	x	x	x
BASF	Collis (p)	boscalid + kresoxim-methyl	carboxyaniliden en strobilurinen	matig			x	x	
Bayer	Baycor flow (p+c)	bitertanol	triazolen	matig		x	x	x	x
Certis	Fungaflor 100 EC (c)	imazalil	azolen en benzimidazolen	matig		x			
Certis	Fungaflor vlb.(c)	imazalil	azolen en benzimidazolen	matig		x	x	x	begonia
Certis	Fungaflor rook (c)	imazalil	azolen en benzimidazolen	matig			x	x	
Certis	SBI (afdekmiddel) (c)	ureum koolzuur diamide		-		x	x	x	x
Certis	Frupica SC (p)	mepanipirim	anilinopyrimidinen	matig			x	x	x
BASF	Signum (p)	pyraclostrobin + boscalid	strobilurinen methoxycarbamaten en carboxamiden	matig	x	x			
Makhtesim Agan Holland	Nimrod vlb (c)	bupirimat	pyrimidinolen	matig		x	x	x	
Koppert	Enzicur (c)	kaliunjodide + kaliumthiocyanaat		niet	x	x			
Syngenta	Topaz 100 EC (c)	penconazool	triazolen	matig			x	x	
BASF	Meltatox BASF (p+c)	dodemorf	morfoline verbindingen	laag-matig			x	x	

* Vanaf 1 oktober 2010 heeft dit middel weer een toelating gekregen in de teelt van komkommer, courgette, tomaat en bloemisterijgewassen.

Schade aan het gewas of vruchten

De keuze van middelen wordt in teelten mede beperkt doordat er schade aan het gewas ontstaat. Dit kan zich uiten in bladverbranding of als brandplekken op vruchten.

Productiederving

In de sierteelt staan de gewassen het hele jaar door te produceren en komt meeldauw het hele jaar voor.

Op veel bedrijven is bekend dat frequente behandeling met middelen ten koste gaat van productie. Dit is eveneens een belangrijke motivatie om het chemisch middelengebruik zoveel mogelijk te beperken.

Nadelige effecten op biologische bestrijding van plagen

Op dit moment zijn steeds meer ondernemers actief bezig met het toepassen van geïntegreerde bestrijding en om het gebruik van chemische middelen zoveel mogelijk terug te dringen. Niet alle middelen zijn goed te combineren met de handhaving van een gezonde populatie biologische bestrijders. En dit betreft ook de pijpzwavel zelf. Een voorbeeld hiervan is de tripsroofmijt *Amblyseius degenerans* die kan zich niet goed ontwikkelen bij zwavelgebruik. Dit is met name van toepassing voor de sierteelt.

Voorbeeld gerbera

Volgens Tabel 1.1 zijn er in de gerberateelt 12 middelen die geschikt zijn voor de bestrijding van echte meeldauw. Alleen sommige middelen werken vooral preventief en moeten bijna wekelijks toegediend worden wat extra arbeid vereist als hiervoor geen automatische spuitsystemen aanwezig zijn. Dan vallen er verder middelen af door verminderde effectiviteit, risico op bladverbranding en schade aan biologische bestrijders zoals de roofmijten en sluipwespen. Hierdoor blijven er nog slechts 1 of 2 middelen over die in de praktijk worden ingezet.

2.2.2 Beperkte inzet van niet-chemische middelen mogelijk

Koppert heeft een natuurlijk fungicide Enzicur ontwikkeld dat effectief is tegen bestrijding van echte meeldauw. Het is een contactmiddel op basis van lactoperoxidase enzymen met een oxiderende werking. Hierdoor werkt het alleen curatief als de schimmel al aanwezig is op het blad. Voor een goede werking dient de plant 4-5 uur vochtig gehouden te worden. In de vruchtgroenten is dit middel een goede aanvulling op het pakket van gewasbeschermingsmiddelen. In roos en gerbera zijn er echter nog problemen met de uitloeier die eraan toegevoegd wordt waardoor er bij sommige cultivars gewasschade kan optreden.

2.2.3 Meeldauw resistente rassen niet voor alle gewassen beschikbaar

De veredeling van rassen in de vruchtgroenten met een verminderde gevoeligheid voor echte meeldauw is sterk in opmars en de rassenkeuze groeit. Voor een aantal teelten zoals in komkommer en tomaat zijn commerciële rassen beschikbaar die hoog of intermediair meeldauw resistent zijn. Bij paprika zijn nog geen meeldauw resistente rassen beschikbaar. In komkommer kenmerken sommige rassen zich door een zwaarder gewas met dikkere stengels waardoor ze gevoeliger blijken te zijn voor andere schimmelziekten zoals *Fusarium*, *Mycosphaerella* of *Botrytis*. Ook blijven ze vaak nog achter bij het productieniveau van gevoelige rassen. Op dit moment zijn er echter een aantal nieuwe rassen op de markt beschikbaar die niet gevoeliger zijn voor ziekten en die dichtbij de productie komen van de rassen die vatbaar zijn voor meeldauw. In de sierteelt is gevoeligheid voor echte meeldauw nog geen selectiecriteria, omdat er nog middelen zoals pijpzwavel ingezet kunnen worden om het tijdens de teelt te bestrijden. De meeste nadruk ligt tot nu toe bij de bloemkleur, productie en kwaliteit/houdbaarheid.

De inzet van moleculaire veredelingsmethoden zoals de inzet van moleculaire merkers bieden wel meer mogelijkheden voor het versneld introduceren van eigenschappen uit diploïde rozen in tetraploïde rozen (moderne rassen) (Bot et al. 2004). Een aantal jaren terug is er een onderzoek geweest met genetisch gemodificeerd materiaal van tomaat en chrysanthe, maar het bleek niet makkelijk nieuwe genen functioneel te krijgen en de verkregen genetisch gemodificeerde planten (GMO's) bleken niet de gewenste eigenschappen te hebben (Bot et al. 2004).

Toch zijn er recente nieuwe ontwikkelingen ten aanzien van het gebruik van moleculaire technieken die wellicht toch perspectief bieden voor meeldauwproblemen in tomaat en roos. Dit jaar zijn Wageningse onderzoekers erin geslaagd om het zogenaamde S-gen stil te leggen in tomaat (Bai et al. 2010). Dit gen 'helpt' de schimmel om in de plant binnen te dringen en na stilleggen is die zijn helper kwijt. Het resultaat is dat de planten niet meer vatbaar zijn voor echte meeldauw. Met RNA-interferentie (RNAi) hoeft niet een compleet gen te worden ingebracht, maar slechts 20-30 van de 3000 beschikbare basenparen zijn voldoende om een gen stil te leggen. De Europese regelgeving ten aanzien van genetisch gemodificatie is zeer streng, maar het lijkt er op dat RNAi binnen korte tijd onder een lichtere regelgeving komt te vallen.

2.3 Eigenschappen van echte meeldauwschimmels

Echte meeldauwschimmels zijn - zoals de naam al suggereert - duidelijk herkenbaar aan heldere, witte vlekken op de bladeren, stengels, vruchten en bloemen (Figuur 1.1). Niet verwonderlijk dus dat het onder telers en adviseurs ook wel 'wit' genoemd wordt. Meeldauwschimmels zijn wijdverspreid en kunnen veel verschillende waardplanten aantasten. Bij ernstige aantasting kan de schade oplopen tot 40% derving van de opbrengst. Dit wordt ondermeer veroorzaakt door verminderde opname van voedingsstoffen, vermindering van fotosynthesecapaciteit, toename van verdamping en verminderde groei (Agrios 1997). In de glastuinbouw worden de symptomen van echte meeldauw veroorzaakt door een aantal verschillende schimmelsoorten. Deze zijn waardplantenspecifiek en kunnen maar één gewas of groep van gewassen aantasten. Tabel 1.2 geeft een overzicht van de schimmelsoorten die verantwoordelijk zijn voor echte meeldauw in een aantal belangrijke tuinbouwgewassen. In de sierteelt is de kans op meeldauwaantasting het hele jaar door aanwezig, terwijl in de vruchtgroenten de eerste infecties erin komen als de luchtramen weer opengaan in het voorjaar en aanwezig blijven tot het najaar.

Levenscyclus

De levenswijzen van de verschillende meeldauwsoorten komen vrij goed overeen. Het proces van sporenkieming tot eerste symptomen duurt ongeveer 4-7 dagen (Agrios 1997). Als de sporen nog ongeslachtelijk zijn, worden ze makkelijk via wind, luchtbeweging of via water verspreid. Een spore die neerkomt op een blad of stengel kiemt vrijwel onmiddellijk en vormt één of meerdere kiembuizen (zie Figuur 1.2) Aan het eind van een kiembuis ontstaat een verdikking, het zg. appresorium. Van hieruit wordt de epidermiscel binnengedrongen met behulp van enzymen die de celwand afbreken en hydrostatische druk. Vervolgens vormt zich een haustorium. Met dit zuigorgaan kan de schimmel voedingsstoffen uit de cel benutten. Nieuwe schimmeldraden worden geproduceerd en vanuit de cel gevoed. Op deze schimmeldraden worden de sporendragers met sporen gevormd. Op het gewas is dit zichtbaar als een poederachtige witte vlek.

Kenmerkend van echte meeldauwschimmels is dat het mycelium niet in het plantenweefsel groeit, maar dat de schimmeldraden over het bladoppervlak heen groeien. Hierdoor zijn beginnende infecties nog makkelijk van het blad af te wrijven. Bij vergevorderde infecties waarbij zelfs ook de onderkant van de bladeren met wit pluis bedekt worden, zijn de cellen zo ver uitgeput dat dit niet meer mogelijk is. De geslachtelijke sporen van echte meeldauw vormen in de bedekte teelt geen rol van betekenis.

Een buitenbeentje

De meeldauwschimmel die bij paprika voorkomt (*Leveillula taurica*) vormt een uitzondering in de groep. De witte vlekken zijn namelijk het eerst zichtbaar aan de onderkant van het blad in plaats van aan de bovenkant zoals bij de meeste meeldauwschimmels. Daarnaast ontwikkelen de schimmeldraden in paprika zich juist in het blad in plaats van er bovenop.

Biotrofe levenswijze

Kenmerkend voor echte meeldauwschimmels is ook de biotrofe levenswijze. Dit betekent dat ze niet zonder hun gastheer kunnen leven en dus niet op kunstmatige voedingsbodems in stand te houden zijn. De sporen zijn dan ook hooguit 7-14 dagen kiemkrachtig.

Gunstige klimaatcondities

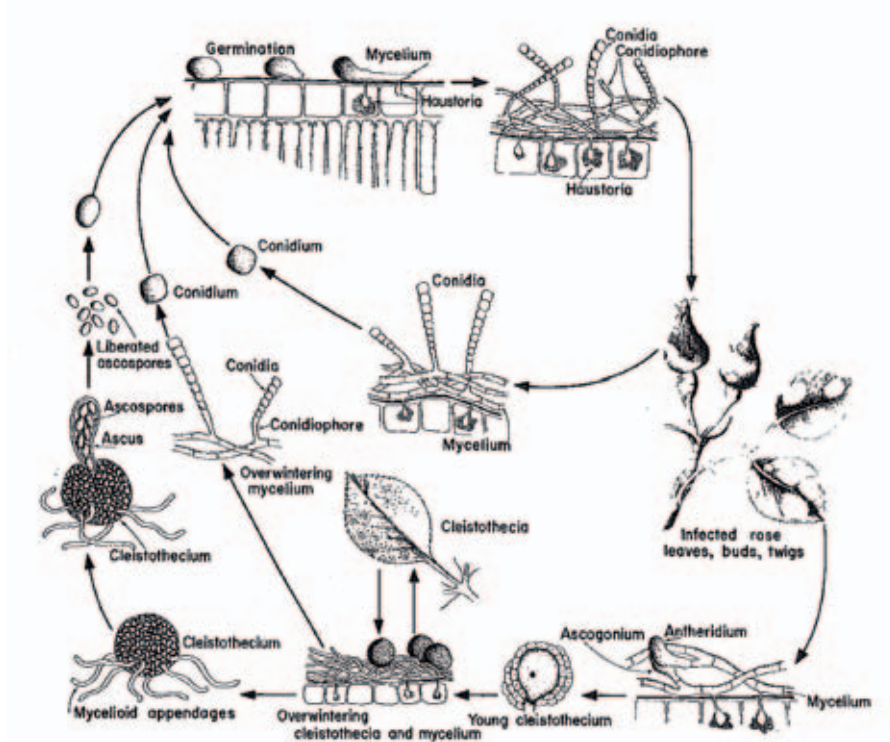
Doordat de sporen zelf relatief veel vocht bevatten kunnen ze zich goed ontwikkelen bij relatief lage luchtvochtigheden (60-80%) en warme temperaturen (optimum rond 22 °C). Ook bij hogere luchtvochtigheden is sporenkieming en mycelium-groei nog steeds goed mogelijk. Whipps & Budge (2000) laten in een kasproef met verschillende relatieve vochtigheden (temperatuur is constant op 19 °C), zien dat voor *Oidium lycopersici* in tomaat het optimum voor infectie kan variëren tussen relatieve luchtvochtigheden van 80 en 90% en dat bij een relatieve luchtvochtigheid van 95% er een verminderde sporenkieming (50-75%) plaatsvindt. De meeste meeldauwsporen kiemen niet goed in vrij water en een behandeling met water remt dan ook vaak de myceliumontwikkeling (Sivapalan 1993).



Figuur 1.1 Symptomen van echte meeldauw in een tomatengewas.

Tabel 1.2 Overzicht van echte meeldauw schimmels in vruchtgroente- en sierteeltgewassen.

Gewas	Schimmel
Paprika	<i>Leveillula taurica</i> (=anamorph <i>Oidium lycopersicum</i>)
Tomaat	<i>Leveillula taurica</i> (=anamorph <i>Oidiopsis sicula</i>) <i>Oidium neolycopersici</i> (= ex <i>Oidium lycopersici</i>)
Komkommer	<i>Golovinomyces cichoracearum</i> (ex <i>Erysiphe cichoracearum</i>) <i>Podosphaeria xanthii</i> (ex <i>Sphaerotheca fuliginea</i>)
Roos	<i>Sphaerotheca pannosa</i>
Gerbera	<i>Oidium citrulli</i>
Potplanten	<i>Erysiphe</i> spp.



Figuur 1.2 Levenscyclus van echte meeldauw in roos (overgenomen uit Agrios, 1997).

3 Alternatieven voor bestrijding van echte meeldauw op korte termijn

3.1 Preventieve maatregelen

Er zijn een beperkt aantal preventieve maatregelen tijdens de teelt mogelijk. Sturen op klimaat is lastig, want de sporen hebben geen vocht nodig voor de kieming, zodat ze zich bij lage relatieve luchtvochtigheden (rv 60-80%) al kunnen ontwikkelen. Whipps & Budge (2000) laten in een kasproef zien dat optimale infectie van echte meeldauw in tomaat plaatsvindt bij een relatieve luchtvochtigheid tussen 80 en 90%. Pas bij een relatieve luchtvochtigheid van 95% vindt er een reductie van sporenkieming (50-75%) plaats. Bij hoge luchtvochtigheden is er dus nog steeds voldoende infectie mogelijk en tegelijkertijd is er een verhoogde kans op infectie met *Botrytis*, zodat sturen op vocht geen realistische bestrijdingsmaatregel is.

Hygiënische maatregelen

Bij de teeltwisseling van vruchtgroenten wordt het aanbevolen om zorgvuldig alle geïnfecteerde gewasresten uit de kas te ruimen. Een periode van minimaal twee weken leegstand is voldoende om de aanwezige meeldauwsporen te doden. Dit is een maatregel die in de praktijk niet altijd uit te voeren is, omdat er krappe schema's worden gehanteerd in de vruchtgroenten tussen het uitruimen van de oude teelt en het plaatsen van de nieuwe planten. Bij de start van de winterteelt in komkommer is het bijvoorbeeld wel mogelijk.

Voorkom tocht

Voorkom tocht en overmatige luchtbeweging. In kassen ontstaan de eerste plekken met meeldauw op tochtplekken. In de nieuwe ontwikkelingen op het gebied van kasklimaat wordt er steeds meer luchtbeweging ingebracht ondermeer voor een homogener kasklimaat met minder risico op condensatie. Dit is gunstig voor vermindering van infectie door *Botrytis*, maar kan meeldauw juist extra in de hand werken. De sporen zelf zijn zeer licht en worden door wind en luchtbeweging gemakkelijk over grote afstanden verspreid. In de komkommerteelt worden door enkele telers om deze reden vooral bij tochtplekken partieel resistente meeldauw cultivars neergezet.

Teeltmaatregelen

Watergift – In een praktijktest met gerbera bleek iedere 30 minuten een druppelbeurt minder meeldauw te geven dan een druppelbeurt ieder uur (pers.comm. M. de Groot). Hierover is helaas weinig informatie uit de literatuur te vinden en zal nader moeten worden onderzocht.

3.2 Plantversterkers en plantversterkende meststoffen

De enige toegelaten middelen in Nederland als plantversterker zijn Trianum (*Trichoderma harzianum* Rifai stam T-22) als wortelbehandeling in de vruchtgroente- en sierteelt en Proradix (*Pseudomonas* sp. *Proradix*) in de aardappelteelt (Tabel 2.1).

Van Trianum zijn er enkele referenties beschikbaar die het aannemelijk maken dat de schimmel naast concurrentie om plaats en voedsel ook een verhoging kan geven van natuurlijke weerstandsstoffen. In de literatuur wordt beschreven dat wortelbehandelingen met Trianum minder bladplekken geven ten opzichte van een onbehandelde controle (referenties in Harman et al. (2004)). Dit biedt wellicht ook perspectief voor bestrijding van echte meeldauw. Meer onderzoek is nog nodig naar het ophelderden van de werkingsmechanismen. In de literatuur wordt eveneens aangegeven dat een bladbespuiting met *T. harzianum* erg effectief is tegen echte meeldauw (Harman et al. 2004). Voor uitbreiding van de toelating zal het nodig zijn om meer zicht te krijgen op de toxicologische risico's van toepassing voor de gebruikers en de plant (Brimmer & Boland 2003).

Van het product Proradix is goed beschreven op welke wijze de weerstand van de plant wordt verhoogd (Yusran et al. 2009, Von Rad et al. 2005). Dit lijkt veelbelovend in de strijd tegen meeldauw.

Tabel 2.1 Overzicht van toegelaten plantversterkers in Nederland.

Toelatingshouder	Middel	Werkzame stoffen & werkingsmechanisme	Referenties & Toelichting
Koppert B.V.	Trianum (aangiet-behandeling)	<i>Trichoderma harzianum</i> Rifai stam T-22 Bedekt de wortel en groeit mee (plekconcurrentie) Concurrentie om voeding Verhoging natuurlijke plantweerstand	Harman et al. (2004), Paulitz & Belanger (2001), Harman (2000) Diverse bodempathogenen oa. <i>Fusarium</i> . Geïnduceerde resistentie: Tomaat (<i>Alternaria solani</i>), 80% minder bladvlekken Mais (<i>Colletotrichum graminicola</i>), 44% kleinere lesies. Bladbespuiting: Impatiens & pompoen (echte meeldauw), 70-100% reductie van symptomen.
Sourcon-Padena GmbH & Co. KG	Proradix Agro (alleen toegelaten in aardappels)	<i>Pseudomonas sp. Proradix</i> Bedekt de wortel en groeit mee (plekconcurrentie) Verhoogt natuurlijke weerstand van planten tegen schimmels en bacteriën (salicylzuur en jasmonzuur) Concurrentie om voeding Verhoogt beschikbaarheid van o.a. ijzer	Yusran et al. (2009), Von Rad et al. (2005) Tomaat (<i>Fusarium oxysporum f.sp. radicylicopersici</i>), 65% minder symptomen, effect sterker in aanwezigheid van mycorrhiza schimmels.

Daarnaast zijn er verschillende middelen als plantversterkende meststof op de markt verkrijgbaar waarvan aangegeven wordt dat ze de natuurlijke weerstand van de plant verhogen (Tabel 2.2). Deze middelen bevatten zowel voedingselementen om eventuele tekorten op te heffen of bladcellen te versterken (silicium, kalium, calcium, zeewier- en algenextracten) als signaalstoffen die betrokken zijn bij het natuurlijke proces van een verhoging van het afweersysteem tegen bladschimmels (salicylzuur, PR-eiwitten, Harpine-eiwit).

De werking van silicium tegen meeldauwschimmels is goed beschreven (Fawe et al. 2001, Datnoff et al. 2001). Dit is echter wel afhankelijk of een gewas in staat is om silicium op te kunnen nemen. Bij het Nederlandse praktijkonderzoek in glasgroente werd het effectief bevonden tegen echte meeldauw in komkommer (Dik et al. 1998) en echte meeldauw in roos (Voogt 1992, Voogt en Sonneveld 2001). Binnen de potplanten is bij het gewas *Saintpaulia* aangetoond dat deze in staat is om silicium op te nemen. De effecten op reductie van infectie van echte meeldauw is wel sterk cultivarafhankelijk, maar kon oplopen van 30% tot 80% (Wubben et al. 2002). Tomaat en gerbera zijn nauwelijks in staat om silicium op te nemen, waardoor de resultaten van een siliciumdosering gering zullen zijn (Voogt en Sonneveld 2001).

Als planten van nature in aanraking komen met ziekteverwekkers worden verschillende afweerreacties in gang gezet. Eén daarvan is de SAR-respons (systemic acquired resistance) die in het geval van pathogene schimmels gekenmerkt wordt door de productie van ondermeer salicylzuur en activering van verschillende zg. PR-eiwitten (pathogen-related proteins). Als een niet-ziekteverwekkende bacterie of schimmel een plant aanzet tot een systemische afweerreactie dan wordt dit ISR (induced systemic resistance) genoemd (Van Loon et al. 1998, Van Loon 1997). De plant wordt als het ware klaar gezet met een verhoogde weerstand, zodat een ziekteverwekker die wil binnendringen hier minder snel in slaagt. De weerstand van de plant is op verschillende manieren te verhogen, zoals door het gebruik van chemisch-synthetische middelen, gewasbeschermingsmiddelen van natuurlijke oorsprong (GNO's), niet-pathogene micro-organismen en fysische behandelingsmethoden (ozon, UV-C, rood licht). Toepassing van deze weerstandsbevorderende middelen (zg. 'elicitors') kan als gewasbehandeling, aangietbehandeling of als zaadbehandeling plaatsvinden (Van der Wolf & Groot 2005).

Toepassing van weerstandsbevorderende middelen heeft verschillende voordelen (Van der Wolf & Groot 2005):

- middelen zijn breed werkend tegen virussen, schimmels & bacteriën
- middelen zijn gebaseerd op systemische werking
- inzet reduceert het gebruik van synthetisch-chemische middelen (en productiederving)
- effectief gedurende een lange periode tot aan totale levensduur van de plant
- pathogeen bouwt minder snel resistentie op, omdat verschillende verdedigingsreacties ingeschakeld worden.
- sommige middelen brengen geen ecotoxicologische risico's met zich mee
- sommige middelen bevorderen ook het schadeherstel van de plant door weefsels gevoeliger te maken voor eigen planthormonen (Van der Krieken, 1995)

Plantversterkende middelen worden vaak al aan hele jonge planten of zaailingen meegegeven. Deze zijn namelijk nog het meest gevoelig voor stress en daarom het meest vatbaar voor behandeling. Voor opbouw van voldoende weerstand moeten sommige middelen 2-3 keer toegepast worden of soms zelfs wekelijks worden toegepast. De periode waarover de weerstand wordt verhoogd is afhankelijk van het middel, de genetische achtergrond van de plant (welke resistentiegenen zijn al aanwezig) en de interactie van de plant met het milieu.

De effectiviteit van plantversterkende middelen ten opzichte van synthetisch chemische gewasbeschermingsmiddelen kan sterk variëren. Veel middelen moeten als bladbespuiting worden toegediend. Dit vergt meer arbeid dan wanneer een product aan het gietwater kan worden meegedruppeld. Daarnaast zijn soms hoge luchtvochtigheden vereist na toediening en dit is meestal niet wenselijk in verband met bijvoorbeeld de ontwikkeling van botrytis in het gewas. Bij sommige middelen kan het verhogen van weerstandreacties ten koste gaan van productie, maar dat nadeel kleeft ook al aan wekelijkse toediening van chemische middelen. Middelen gericht op het versterken van de plantweerstand kunnen een waardevolle aanvulling zijn om het gebruik van chemische middelen of pijpzwavel te verminderen en de druk op het milieu te beperken.

Tabel 2.2. Overzicht van plantversterkende meststoffen die beschikbaar zijn in Nederland. Productnamen met blauw aangegeven staan niet geregistreerd als meststof en zijn niet toegelaten als gewasbeschermingsmiddel.

Fabrikant	Middel (toediening)	Werkzame stoffen & werkingsmechanisme	Referenties & Toelichting
Yara	Yaravita Actisil (bladbespuiting)	Choline-gestabiliseerd orthosiliciumzuur, Ch-OSA® (0.5% Si, 2% Ca) Silicium geeft versterking van celwanden waardoor bladschimmels lastiger binnendringen.	Oa.praktijktesten in roos, chrysant, tomaat, courgette Silicium is voor veel planten vaak niet opneembaar. Dit product is makkelijk voor de plant op te nemen. Praktijkproeven in oa. roos:minder gevoelig voor aantastingen (30-90%), betere bladkwaliteit. Proefstation Aalsmeer 1999. Praktijkproef in tomaat: betere kwaliteit en houdbaarheid. Hanninghof, Duitsland 2001.
Yara	Sikal (voedingsoplossing)	Kalimetasilicaat (19.5% SiO ₂ , 30,7% K ₂ O) Silicium geeft versterking van celwanden waardoor bladschimmels lastiger binnendringen.	Praktijkproeven met komkommers, roos en potplanten
Van Iperen	Siliforce in combi met AMX-Calcium en Micromix	Silicium	

Fabrikant	Middel (toediening)	Werkzame stoffen & werkingsmechanisme	Referenties & Toelichting
Van Iperen	Prev B2 (bladbespuiting)	Citrus olie met bemestende eigenschappen Onderdrukt groei van pathogene schimmels	
Pireco	Pireco Teelt kruidachtig (aangieten/ bladbespuiting*) *Blad moet gedurende 4-6 uur nat gehouden worden na toediening.	Kruidenconcentraten op basis van water en sojaolie (auxine, cytokinine, sporenelementen). Verhoging natuurlijke plantweerstand. Geen residu	
Pure	Bio-Imune (bladbespuiting)	Bruinalgen en plantenextracten verhoging peroxidase activiteit en PR eiwitten	Anonymous (2009), Potroos 96% effectiviteit tegen valse meeldauw 25% effectiviteit tegen echte meeldauw. Verbeterde gewasstand.
	Fy-taal (bladbespuiting/ voedingsoplossing)	kaliumfosfiet Verhoging van salicylzuur en activering van natuurlijke afweerreactie.	Bécot et al. (2000), Hukkanen (2008)
Plant Health Care	Agricin Plus (bladbespuiting)	Ureum (15% stikstof), 0.1% zilver en 1.0% salicine Salicine is een signaalstof die natuurlijke afweerreacties activeert. Geen residu.	Praktijktesten met Erwinia (Phalaenopsis, Cotoneaster), Pseudomonas (witlof), Clavibacter (tomaat) en Xanthomonas (Hedera) laten tenminste 50% minder aantasting zien.
Plant Health Care	Pre-tect (bladbespuiting)	Harpine-eiwit Verhoogt natuurlijke weerstand en de opname en verdeling van calcium ter versterking van plantcellen.	
Plant Health Care	PHC Sentry-P (bladbespuiting) Blad moet gedurende 4-6 uur nat gehouden worden na toediening.	Stam van Bacillus pumilus die glucopeptiden aanmaakt. Productie van lipopeptidenachtige stoffen die een fysieke zeepachtige barriere vormen op het bladoppervlak en voorkomen daarmee hechting van pathogenen. Glucopeptiden binden zich aan enzymen die bijdragen aan de vorming van cellen van ziekteverwekkers. Geen residu.	
Plant Health Care	PHC Sentry-R, vervanging van Sentry-S (bladbespuiting)	Een geconcentreerd in water oplosbaar extract van <i>Polygonum sachalinense</i> Activeert productie van fytoalexinen en natuurlijke plantweerstand. Geen residu.	
Ecostyle	Vital (wordt vaak in combinatie met Algeco toegepast)	Bevat silicium, kalium, organische vetzuren en sporenelement rijke plantextracten Activeert natuurlijke weerstand van planten. Afharding van het blad. Sporenelementen vullen tekorten aan.	Praktijkproeven in oa. tomaat, paprika, roos en komkommers Reductie van meeldauw aantasting

Fabrikant	Middel (toediening)	Werkzame stoffen & werkingsmechanisme	Referenties & Toelichting
Ecostyle	Algeco (aangieten, dompelen, druppelen, beregenen of spuiten) niet mengen met sulfaten.	Zeewier (makkelijk opneembare sporenelementen, oligosachariden, betaine) Activeert natuurlijke weerstand van planten en helpt invloeden van stress te verminderen.	Praktijkproeven in oa. tomaat, paprika, roos en komkommers Beter wortelstelsel met hoge opnamecapaciteit, gezonder groeiend gewas, hoger rendement gewasbeschermingsmiddelen door betere contactwerking, bevordert uitlopen van slapende ogen.
Ecostyle	Kelpak	Zeewier (<i>Ecklonia maxima</i>), bevat auxine. Bevordert opname voedingsstoffen Stimuleert beworteling	
Ecostyle	Silinal	Natriumsilicaat Remt ontwikkeling van meeldauw. Curatieve werking.	
Ceradis	Cerasulfur		
Ceradis	Elim		
	Biomor		
Ecoprotecta	M-Protect (bladbespuiting) /Multidrip (via voedingsoplossing) Verbeterde werking bij hoge luchtvochtigheid	Organische vetzuren, vitaminen, planthormonen en sporenelementen Verhoogt natuurlijke afweersysteem van planten	
Ecoprotecta	eQuirein	Zeewier (alginaten, organische vetzuren, vitaminen), planthormonen en sporenelementen Verhoogt natuurlijke afweersysteem van planten	
Syngenta	BION (zaadbehandeling & gewasbehandeling van zaailingen) In de Europese Unie is acibenzolar-S-methyl toegelaten voor gebruik als plantenactivator. De geldigheidsduur van de toelating loopt tot 31 oktober 2011. Het is onder andere door Frankrijk erkend, maar niet door België en Nederland.	Acibenzolar-S-methyl Verhoogd natuurlijke weerstand van planten tegen schimmels en bacteriën (salicylzuur, jasmonzuur, PR eiwitten)	Friedrich et al. (1996), Kunz et al. (1997), Dilci et al. (2004), Von Rad et al. (2005) Zonnebloem (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Botrytis cinerea</i> , <i>Puccinia helianthi</i>) Effectiviteit: cultivarafhankelijk, maximaal 55%

3.3 Bladbemesting met fosfaat

De rol van een goede bemesting is erg belangrijk in het voorkomen van een meeldauwinfectie. Er is duidelijk aangetoond dat planten die voldoende voeding (met name fosfaat) krijgen minder snel worden besmet dan planten die ondervoed zijn. Fosfaat (PO₄³⁻) heeft een belangrijk effect op versterking van het afweersysteem van de plant en de weerstand tegen binnendringing van ziekteverwekkers (Reignault & Walters 2007). In komkommer gaf bladbemesting met fosfaat een effectieve bestrijding tegen *Sphaerotheca fuliginea* (Reuveni et al. 1997). Ditzelfde effect werd ook gevonden in nectarine, mango en druif (Reuveni & Reuveni 1995). De hoeveelheid fosfaat die hiervoor op het blad verspoten wordt is zo gering dat het naast de normale voedingsniveaus is mee te geven. De positieve effecten die ondermeer door Reuveni worden gemeld, blijken echter nog niet zo makkelijk reproduceerbaar waardoor er wordt getwijfeld over de effecten van deze maatregel in de praktijk van de Nederlandse tuinbouwgewassen (pers. comm. Wim Voogt).

Tevens kan de weerstand van de plant tegen meeldauw worden vergroot met een aantal andere voedingselementen. Vanuit de literatuur is bijvoorbeeld bekend dat koper (Cu), calcium (Ca), mangaan (Mn), borium (B) en silicium (Si) eveneens een positief effect kunnen hebben op resistentie in de plant tegen meeldauw (Reignault & Walters 2007, Reuveni & Reuveni 1998, Ehret 2002). Bij bladbespuiting met calcium is echter bekend dat spintmijt en witte vlieg er aan dood gaan, maar er zijn ook negatieve effecten op natuurlijke plaagbestrijders gevonden, oa. *Phytoseilus persimilis* en *Encarsia formosa* (Ehret 2002).

3.4 Bicarbonaten en andere producten

Bicarbonaten

Bicarbonaten met bijvoorbeeld kalium of calcium hebben een direct remmende werking op de kieming van meeldauwsporen vanwege hun basische eigenschappen. Op dit moment staan de bicarbonaten nog op de RUB-lijst. De verwachting is dat deze stoffen bij de herbeoordeling toch opnieuw een toelating zullen krijgen (pers. comm. J. Vriend). Bicarbonaten zijn matig effectief tegen echte meeldauw en het effect is rasafhankelijk (Dik et al. 2004, Dik et al. 1998, Pasini 1997, Reuveni et al. 1994). Nadelen van bicarbonaat zijn residuvorming op het blad en vrucht en de kans op gewasschade.

Melk

Melk bevat zouten en aminozuren die de plant ondersteunen in het afweersysteem tegen ziekteverwekkers. Gebruiksaanwijzing 1 deel melk op 9 delen water en elke 2-3 dagen herhalen (Anonymous 2010). In de praktijk wordt er af en toe wel met melk gewerkt. Een van de grootste nadelen is dat de planten er nogal van gaan stinken en dit zorgt voor een minder aangenaam werkklimaat.

Olie-achtige formuleringen

JMS Stylet Oil, Canola olie, Synertrol, Neem oil, Jojoba olie (Pasini et al. 1997). Risico op gewasschade mogelijk.

Plantextracten

Milsana, een plantextract van de bladeren van *Reynoutria sachalensis*. Heeft slechts een beperkte werking tegen echte meeldauw in roos (Pasini et al. 1997, Dik et al. 2004).

3.5 Compostthee

Compostthee is een gefermenteerd waterig extract van gecomposteerde materialen die wordt ingezet ter bestrijding van ziekteverwekkers. In proeven met echte meeldauw in tomaat vermeld Segarra et al. (2009) een reductie van 19% als de compostthee preventief wordt toegediend. Curatieve behandeling doodde het pathogeen volledig. In deze proeven kon geen verhoging van het afweersysteem (toename peroxidase en chitinase) worden aangetoond wellicht vanwege het benodigde priming effect. Wel had de compostthee een stimulerend effect op de aanwezige schimmels en bacteriën op het tomatenblad. Als werkingsmechanisme wordt ook de aanwezigheid van zouten in de compostthee genoemd. Koné et al. (2010) kon op echte meeldauw in tomaat geen enkel effect vinden van compostthee van diverse oorsprong. Wel bleek het zeer effectief in de bestrijding van botrytis.

3.6 Antagonistische schimmels

In de literatuur worden diverse schimmels beschreven die de groei van echte meeldauwschimmels kunnen voorkomen of beperken als antagonist (Kiss et al. 2003, Elad et al. 1996). Tabel 2.1 geeft een overzicht van de meest effectieve antagonisten in paprika, tomaat, roos en potplanten. *Ampelomyces* spp. (syn. *Cicinnobolus* spp.) is een algemene antagonist die in labexperimenten een brede werking heeft getoond tegen verschillende soorten van echte meeldauw en waarover veel is gepubliceerd. Alleen de werking op praktijkschaal valt tegen waardoor het niet heeft geleid tot een commercieel product (Kiss et al. 2003).

De schimmel *Pseudozyma flocculosa* (= *Sporothrix flocculosa*) is één van weinige antagonisten waar een commercieel product van is verschenen onder de naam Sporodex. Door Wageningen UR Glastuinbouw is dit product in diverse experimenten getest (Dik et al. 1998). Door tegenvallende resultaten ten opzichte van chemische referenties in oa. roos en gerbera is dit product niet verder opgepakt door de Nederlandse industrie. Dit geldt eveneens voor het product Trichodex (*Trichoderma harzianum* stam T-39) die eveneens een specifieke werking toont tegen echte meeldauw (Harman 2000). *Verticillium lecanii* is eveneens werkzaam tegen echte meeldauw (Askery et al. 1998, Kiss 2004). Het product Mycotal (Koppert BV) is gebaseerd op *V. lecanii* en is toegelaten om witte vlieg te bestrijden. In eerdere jaren toen er nog niet op energie bespaard hoefde te worden, was een groot nadeel van de schimmel dat deze voor een goede effectiviteit vochtige condities nodig heeft. Op dit moment wordt er noodgedwongen al veel vochtiger geteeld en dat kan weer nieuwe kansen bieden voor *V. lecanii* (Dik et al. 1998). Hiervoor zou een uitbreiding van de toelating nodig zijn om het ook tegen schimmels in te mogen zetten.

Tabel 2.1 Overzicht van schimmelantagonisten met een werking tegen echte meeldauw schimmels in paprika, tomaat, roos en potplanten (Kiss et al. 2003).

Gewas	Meeldauw soort	Effectieve schimmelantagonisten (voormalige productnaam)
Paprika	<i>Leveillula taurica</i>	Cephalosporium sp. Paecilomyces farinosus
Tomaat	<i>Oidium lycopersicum</i>	<i>Ampelomyces</i> spp. (syn. <i>Cicinnobolus</i> spp)
Roos	<i>Spaerotheca pannosa</i>	<i>Aphanocladium album</i> <i>Pseudozyma</i> spp. (Sporodex) <i>Tilletiopsis pallescens</i>
Potplanten	<i>Erysiphaceae cichoracearum</i>	<i>Aphanocladium album</i> , <i>Cladosporium oxysporum</i> , <i>Aspergillus fumigatus</i> , <i>Drechslera spicifera</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Penicillium fellutanum</i>
	<i>E. polygoni</i>	<i>Pseudozyma</i> spp. (Sporodex)
	<i>E. martii</i>	<i>Trichotecium roseum</i> , <i>Tilletiopsis minor</i>

3.7 UV-C behandeling

Echte meeldauwsoorten zijn goed te behandelen met UV-C belichting. De schimmel groeit bovenop het blad en niet in de plant. Hierdoor is er afhankelijk van de structuur van het gewas een goed contact mogelijk en zijn alle schimmeldelen goed te raken. Een uitzondering hierop is de *Leveillula taurica* in paprika die onderop het blad voorkomt waardoor behandeling een stuk lastiger is. Belichting met UV-C is goed werkzaam tegen echte meeldauw in mobiele teelten van roos. Planten kunnen dagelijks behandeld worden met ca. 10-30 mJ/cm² UV-C dosering. In roos zijn er al ervaringen opgedaan met het behandelen van echte meeldauw. In andere teelten waarbij de toepassing niet geautomatiseerd is of via spuitbomen kan verlopen is een groot bezwaar dat toediening bijna dagelijks dient plaats te vinden om de groei van meeldauw te onderdrukken.

3.8 Anodische oxidatie

Anodische oxidatie is momenteel toegelaten als biocide, maar nog niet voor de toepassing als gewasbeschermingsmiddel. Het product bestaat uit een elektrochemisch geactiveerde oplossing van onthard leidingwater en keukenzout. Door de oxiderende werking heeft het een brede toepasbaarheid en zijn micro-organismen af te doden. Voorbeelden van geregistreerde merknamen zijn Aquanox® (Reinders Vernevelings- en Ontsmettingstechniek) en NOW (Agrazone).

Binnen het project Parapluplan Gerbera bleek Aquanox effectief Botrytis op gerbera te bestrijden. Dit jaar wordt door Wageningen UR Glastuinbouw en Reinders Vernevelings- en Ontsmettingstechniek een project uitgevoerd om diverse toepassingen binnen de glastuinbouw te onderzoeken. Daarin worden ook testen meegenomen met bestrijding van echte meeldauw in ondermeer roos en tomaat.

3.9 Behandeling met water(film)

Water kan ook onder hoge druk verneveld worden, zodat het als een soort beschermende laag over het blad komt te liggen. Hierdoor zal meeldauw ook minder snel gaan kiemen (Sivapalan 1993). Sommige rozencultivars zijn echter gevoelig voor teveel water en dit kan resulteren in kwaliteitsverlies en toename van ziekten zoals valse meeldauw en sterroetdauw (Pasini et al. 1997). Biologische bestrijders kunnen eveneens hinder ondervinden van een waterfilm. Ervaringen van spuitmiddelen met veel water zijn dat een teler soms wel tot 25% van zijn plaagbestrijders kan kwijtraken (Van Lier, 2009). Daarentegen kan het soms ook een gunstig neveneffect hebben op reduceren van plagen. De spintmijt *Tetranychus urticae* schijnt in de gewassen komkommer, aubergine en aardbei juist gevoelig te zijn voor hoge relatieve luchtvochtigheden en direct contact met water (Conté & Chiarini 2008, Duso et al. 2004).

3.10 Vloeibare vangplaten

Vloeibare vangplaten zijn bedoeld om insecten mee te vangen, maar soms hebben ze als nevenwerking verlaging van de sporendruk doordat ze verdere sporulatie van een besmette plek tegengaan. Dit effect is echter gering en kan slechts een aanvulling op andere maatregelen zijn. Het gebruik van dehydratatiemiddelen kan ook vocht aan de plant onttrekken waardoor het bladoppervlak harder wordt en kortere bloemen produceert (pers. comm. M de Groot). Beperkte inzet is hierdoor mogelijk. Enkele voorbeelden zijn: SBI (Brinkman), Agricolle (Biopol), ER2 (Certis).

3.11 Behandeling met rood licht & continue belichting

In recente literatuur wordt een duidelijke relatie gelegd tussen lichtkwaliteit en de ontwikkeling van een meeldauwinfectie. Blootstelling van komkommerplanten aan rood licht leidde tot hogere concentraties van waterstofperoxide, salicylzuur en een sterkere expressie van PR-eiwitten, stoffen die betrokken zijn bij een hogere plantweerstand. Dit kwam overeen met een verminderde gevoeligheid voor echte meeldauw, *S. fuliginea* (Wang et al. 2010, Schuerger & Brown 1997). In Noorwegen is in 2010 iemand gepromoveerd op de effecten van rood licht op echte meeldauw in roos. Zijn onderzoek toont een direct remmende werking aan van rood licht op de ontwikkeling van meeldauwsporen (Suthaparan 2009).

Wageningen UR Glastuinbouw is in samenwerking met Plant Research International sinds 2009 begonnen met een aantal oriënterende testen om de effecten te onderzoeken van rood licht op de plantweerstand en gevoeligheid voor schimmelziekten in de glastuinbouw.

Suthaparan et al. (2010) heeft bij echte meeldauw in roos ook aangetoond dat het verlengen van de assimilatiebelichting van 18 uur naar 24 uur de productie van conidiën verminderd met 22-62%. Dit kan een goede bijdrage leveren aan het verminderen van het fungicidegebruik, maar moet afgewogen worden tegen de hogere energiekosten. Daarnaast moet het gewas ook bestand zijn tegen zo'n lange belichtingstijd en niet inleveren op kwaliteit en houdbaarheid.

4 Conclusies & Aanbevelingen

4.1 Conclusies

Als pijpzwavel verdwijnt ter bestrijding van echte meeldauw dan zijn er voldoende alternatieve middelen- en methoden beschikbaar om zowel op korte als op lange termijn voor een effectieve bestrijding te zorgen. Wel zal dit in de meeste teelten een gecombineerde aanpak van methoden en middelen vergen, om de meeldauw volledig te beheersen.

Het huidige chemische middelenpakket is niet afdoende, er zijn teveel middelen aanwezig die of door resistentie verminderd effectief zijn geworden of ze geven teveel gewasschade. Wel zijn er nieuwe chemische middelen in opkomst waarvoor een toelatingsprocedure loopt en die uit andere chemische groepen komen, zodat het risico op resistentieontwikkeling veel geringer is. Veel telers maken echter gebruik van biologische bestrijders en willen de inzet van middelen zoveel mogelijk beperken om de opbouw en handhaving van populaties zo min mogelijk te verstoren.

Van de veredeling is ten aanzien van echte meeldauw nog weinig te verwachten op korte termijn. In de sierteelt, zoals in roos heeft het nog steeds te weinig prioriteit om als vroeg selectiecritrium in te brengen. Zolang er nog chemische bestrijdingsmiddelen voorhanden zijn zal hier op korte termijn niet veel aan veranderen. Het gewas komkommer vormt hierop een positieve uitzondering. Alleen heeft de praktijk de partieel meeldauw tolerante rassen nog niet omarmt vanwege verhoogde gevoeligheid voor ziekten zoals botrytis en Mycosphaerella. Veredelen op indirecte eigenschappen zoals siliciumopname biedt ook weinig perspectief, omdat het te weinig genetische basis heeft.

4.2 Perspectievolle alternatieven

Uit de literatuurstudie en door gesprekken met fabrikanten en telers zijn een aantal alternatieven naar voren gekomen om echte meeldauw te bestrijden. In Tabel 4.1 is een overzicht gegeven voor de belangrijkste knelpuntgewassen. Meeldauwsporen kunnen zich binnen 4-6 dagen ontwikkelen, zodat het gebruik van curatieve middelen met een contactwerking regelmatig (2-4x per week) herhaald moet worden voor een effectieve bestrijding. Voor de plantversterkende meststoffen geldt dat ze veelal niet 100% of gedurende het hele teeltseizoen bescherming geven en dat ze ook aangevuld moeten worden met andere middelen en maatregelen.

Beschikbaar op de markt:

- **Enzicur.** Dit middel is toegelaten in vruchtgroenten en sierteeltgewassen. Voor roos is het product echter niet geschikt, omdat het gewasschade geeft. In de andere gewassen is er een goede werking tegen meeldauw.
- **Bicarbonaten.** De beschikbaarheid van bicarbonaten nog niet zeker door verdwijning RUB-lijst, maar de verwachting is wel dat deze behouden blijft in het middelenpakket. Deze middelen zijn niet voor alle gewassen in te zetten vanwege de kans op gewasschade, maar voor minder gevoelige cultivars kan toepassing toch een flinke reductie (50-70%) van meeldauw aantasting geven.
- **Plantversterkende meststoffen.** Verschillende producten zijn nu op de markt verkrijgbaar als meststof die ook een goede nevenwerking hebben op versterking van plantencellen en de plantweerstand waardoor planten minder snel geïnfecteerd raken. Siliciumhoudende producten zijn met name perspectiefvol m.n. in komkommer en roos, omdat deze gewassen in staat zijn silicium in hoge mate te benutten. Door verbeterde formuleringen is de effectieve werking tegen echte meeldauw verhoogd.
- Inzet van **UV-C belichting** in sierteeltgewassen. Door recente ontwikkelingen op het gebied van spuitboomtechniek is het mogelijk om bijna dagelijks te belichten zonder dat dit veel extra arbeid hoeft te kosten. Wel moet per gewas de juiste dosering getest worden in verband met het optreden van eventuele gewasschade. Het blijft een middel met contactwerking, zodat niet alle meeldauwsporen geraakt en gedood kunnen worden.

- **Biologische bestrijding met antagonisten.** Een product met *Verticillium lecanii* (Mycotal) is al beschikbaar. De verwachting is dat de huidige vochtige teeltcondities een gunstig effect hebben op de werking tegen echte meeldauw. Hoewel het niet 100% de meeldauw zal remmen, zal het toch een goede aanvullende maatregel kunnen zijn waardoor chemische middelen minder snel gebruikt hoeven te worden.
- **Bladbemesting met fosfaat.** Er is nog weinig ervaring mee in Nederland, omdat er tot dusver nog voldoende chemische middelen beschikbaar waren. Vanuit de literatuur is er voldoende bewijslast aanwezig dat dit een effectieve werking heeft tegen echte meeldauw. De hoeveelheid fosfaat die hiervoor op het blad meegegeven wordt, is zo gering dat het naast de normale voedingsniveaus is mee te geven. In alle gewassen toepasbaar. Alleen het effect op biologische bestrijders zal onderzocht moeten worden.
- **Compostthee.** De literatuur over compostthee is nog beperkt en geeft een wisselende werking aan tegen echte meeldauw. Onderzoek moet ophelderen wat de werking is van producten die op de Nederlandse markt beschikbaar zijn.

Op korte termijn (< 4 jr):

- **Biologische bestrijding met antagonisten.** Proradix (*Pseudomonas sp. Proradix*) is momenteel alleen nog toegelaten in de aardappelteelt. Maar vanuit de literatuur lijkt het zeer aannemelijk dat deze bacteriën een verhoging van de plantweerstand kunnen geven. Daarmee lijkt een veelbelovend product tegen echte meeldauw.
- **Behandeling met rood licht.** Directe en indirecte bestrijding van meeldauw is mogelijk door inzet van rood licht. Voorbeelden hiervoor komen uit de komkommerteelt en roos. Er moet nog wel onderzocht worden wat realistische toepassingen binnen de vruchtgroente en sierteeltgewassen zijn.
- **Anodische oxidatie.** Op dit moment lopen proeven bij Wageningen UR Glastuinbouw om de effectiviteit van verschillende toepassingen te testen tegen ziekteverwekkers waaronder echte meeldauw in roos en tomaat. Dit middel werkt eveneens op basis van contactwerking en zal frequent toegepast moeten worden om meeldauw te blijven voorkomen. Momenteel is het alleen nog toegelaten als biocide, maar er wordt over enkele jaren een toelating verwacht als gewasbeschermingsmiddel.

Tabel 4.1. Overzicht van beschikbare niet-chemische alternatieven voor de knelpuntgewassen als zwavel verdwijnt: roos, gerbera, tomaat, paprika, komkommer en potplanten.

	roos	gerbera	tomaat	paprika	komkommer	potplanten
Niet-chemische alternatieven						
Beschikbaar op de markt:						
Enzicur		x	x	x	x	x
Bicarbonaten	x*	x	x	x	x	x*
Plantversterkende meststoffen/ met silicium***	x x	x	x	x	x x	x x
UV-C belichting	x					x
Antagonisten (<i>V. lecanii</i>)	x	x	x	x**	x	x
Bladbemesting met fosfaat	x	x	x	x	x	x
Compostthee	x	x	x	x	x	x
Op korte termijn:						
Antagonisten (Proradix)	x	x	x	x	x	x
Rood licht	x	x	x	x	x	x
Anodische oxidatie	x	x	x	x	x	x

Toelichting: * risico op gewasschade aanwezig., ** mits onderkant van het paprikabladd voldoende geraakt wordt., *** in roos en komkommer worden hiervan de grootste effecten verwacht, omdat deze gewassen goed in staat zijn silicium op te nemen. Bij de potplanten is Saintpaulia een goed voorbeeld.

4.3 Nieuwe ontwikkelingen rondom detectie

De inzet van elektronische neuzen om snel vluchtige stoffen en signalen van beginnende meeldauwinfecties op te sporen lijkt nog ver weg. Toch zijn de eerste ontwikkelingen al vergevorderd om gericht meeldauwsignalen op te vangen. Dit geeft hoop voor toekomstige waarschuwingssystemen die mobiel en online in de kas kunnen opereren om tijdig infectiehaarden te detecteren.

Detectie van meeldauw op een plant met behulp van chlorofylfluorescentie is al mogelijk. Er wordt gewerkt aan een mobiel apparaat die door telers zelf in de praktijk is in te gebruiken.

4.4 Kennishiaten & Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

- Er moet een werkplan komen voor de verschillende knelpuntgewassen om te toetsen welke combinaties van middelen, klimaat- en teeltmaatregelen ingezet kunnen worden voor een afdoende reductie van meeldauw zonder dat de kans op andere ziekten of plagen toenemen.
- De effectiviteit van plantversterkende meststoffen en compostthee dient nog verder te worden onderbouwd in deugdelijkheidsonderzoek onder de huidige Nederlandse teelt- en klimaatcondities. Daarnaast moet er onderzoek plaatsvinden naar de werkingsmechanismen, zodat de juiste combinaties van middelen elkaar kunnen versterken.
- Bladbemesting met fosfaat en andere voedingselementen, zoals koper, mangaan en borium lijken veelbelovend. Het verdient aanbeveling om onder de huidige teeltcondities de werking tegen echte meeldauw vast te stellen. En om daarnaast de neveneffecten op de biologie te bestuderen en evt. schadelijke werking op biologische bestrijders.
- In eerdere jaren was de antagonistische schimmel *Verticillium lecanii* niet effectief omdat deze vochtige teeltcondities nodig heeft voor optimale groei. Is de effectiviteit van deze schimmel beter als deze wordt toegepast in teeltconcepten zoals Het Nieuwe Telen? Het verdient aanbeveling om opnieuw effectiviteitsproeven uit te voeren onder vochtiger klimaatcondities.
- Voor welke gewassen geeft UV-C dosering een effectieve bestrijding zonder dat er sprake is van gewasschade? En kan de techniek gecombineerd worden met luchtondersteuning, zodat er een betere trefkans is dat sporen geraakt worden? Gericht onderzoek is nodig voor de sierteeltgewassen om inzicht te krijgen naar de bandbreedte van UV-C behandeling waarbij er geen gewasschade optreedt, maar wel afdoende doding van sporen.
- Meer onderzoek is nodig om de effectiviteit te toetsen van het product Proradix tegen echte meeldauw en de belangrijkste werkingsmechanisme hiervan op te helderen.
- Wat zijn de directe en indirecte effecten van rood licht (of andere kleuren) op diverse meeldauwsoorten. En welke toepassingen zijn in de praktijk haalbaar?
- Het is niet duidelijk in hoeverre er met de watergift gestuurd worden op een verminderde gevoeligheid voor aantasting. Calcium is een belangrijk element in het versterken van plantencellen en wordt uitsluitend passief via de verdampingsstroom door de plant opgenomen en vervoerd en daarna niet meer herverdeeld. De interne verdeling over plantorganen is daarom volledig afhankelijk van processen als worteldruk en de mate van gewasverdamping. Hierin kan de frequentie van waterbeurten ook een rol spelen. Onderzocht moet worden of hiermee plantencellen voldoende verstevigd kunnen worden om minder gevoelig te zijn voor infectie.

5 Literatuur

- Agrios, G.N. (1997)
Plant Pathology. Fourth Edition. Academic Press. London. United Kingdom. pp.635.
- Anonymous (2009)
Onderzoek naar het effect van Bio imune ter bestrijding van valse meeldauw in roos. Universiteit Leiden en DLV Plant. pp.16.
- Anonymous (2010)
http://www.ehow.com/way_5212613_organic-treatment-powdery-mildew.html
- Bai, Y., E. Jacobsen, E. Heuvelink & T. Kierkels (2010)
Gen uitzetten maakt tomaat resistent tegen meeldauw. *Onder Glas* 6/7: 28-29.
- Bécot, S., E. Pajot, D.L. Corre, C. Monot and D. Silué (2000)
Phytogard® (K₂HPO₃) induces localized resistance in cauliflower to downy mildew in crucifers. *Crop Protection* 19: 417-425.
- Bot, G., A. Dieleman, S.J. Van Heusden, E. Heuvelink, Pim Lindhout & L. Marcelis (2004)
Visie op de rol van veredelingsonderzoek in de ontwikkeling van nieuwe rassen voor veranderende kasomstandigheden. Rapport Wageningen UR, Plantenveredeling pp.16. In opdracht van het Productschap Tuinbouw en Ministerie van LNV.
- Brimner, T.A. & G.J. Boland (2003)
A review of the non-target effects of fungi used to biologically control plant diseases. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100:3-16.
- Conte, L. & F. Chiarini (2008)
The two-spotted spider mite can be controlled by water. In: Proceedings of the second scientific conference of the international society of organic agriculture research (ISO FAR). Volume 1, Organic Crop Production. p. 460-463.
- Datnoff, L.E., K.W. Seebold and F.J. Correa-V (2001)
The use of silicon for integrated disease management: reducing fungal applications and enhancing host plant resistance. In: *Silicon in Agriculture* (eds. L.E. Datnoff, G.H. Snyder & G.H. Korndörfer. Elsevier Science.
- Dik, A.J., & J.P. Wubben (2002)
Combinations of control methods against powdery mildew diseases in glasshouse-grown vegetables and ornamentals. In: Elad, Y., Köhl, J. and Shtienberg, D. (Eds): *Biological control of fungal and bacterial pathogens*. IOBC wprs Bulletin 25: 5-8.
- Dik, A.J., M.A. Verhaar & R.R. Bélanger (1998)
Comparison of three biological control agents against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in semi-commercial-scale glasshouse trials. *European Journal of Plant Pathology* 104: 413-423.
- Dik, A.J., D.J. Van der Gaag, J. Pijnakker, P. Paternotte & J.P. Wubben (2004)
Integrated control strategies for all pests and diseases in several glasshouse crops and implementation in practice. *Bull. IOBC/wprs* 27(8): 35-40.
- Duso C., F. Chiarini, L. Conte, V. Bonora, L. Dalla Montà & S. Otto (2004)
Fogging can control *Tetranychus urticae* on greenhouse cucumbers. *Journal of Pest Science* 77: 105-111.
- Ehret, D.L., J.G. Menzies, C. Bogdanoff, R.S. Utkhede & B. Frey (2002)
Foliar applications of fertilizer salts inhibit powdery mildew on tomato. *Canadian Journal of Plant Pathology* 24: 437-444.
- Elad, Y., N.E. Malathrakis, A.J. Dik (1996)
Biological control of *Botrytis*-incited diseases and powdery mildews in greenhouse crops. *Crop Protection* 15: 229-240.
- Fawe, A., J.G. Menzies, M. Chérif & R.R. Bélanger (2001)
Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: *Silicon in Agriculture* (eds. L.E. Datnoff, G.H. Snyder & G.H. Korndörfer. Elsevier Science.

- Friedrich, L., K. Lawton, W. Ruess, P. Masner, N. Specker, M. Gut Rella, B. Meier, S. Dincher, T. Staub, S. Uknes, J-P Métraux, H. Kessmann, J. Ryals (1996)
A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. *Plant Journal* 10:61-70.
- Harman, G.E. Myths and dogmas of biocontrol. Changes in perceptions derived from research on *Trichoderma harzianum* T-22.
- Harman, G.E., C.R. Howell, A. Viterbo, I. Chet & M. Lorito (2004)
Trichoderma species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nature Reviews* 2:43-56.
- Hukkanen, A. (2008)
Chemically induced resistance in strawberry (*Fragaria x ananassa*) and Arctic bramble (*Rubus arcticus*) Biochemical responses and efficacy against powdery mildew and downy mildew diseases. Doctoral dissertation. Faculty of Natural and Environmental Sciences. University of Kuopio. Finland.
- Islam S.Z., Y.Honda & M. Sonhaeji. Phototropism of conidial germ tubes of *Botrytis cinerea* and its implication in plant infection processes. *Plant Disease* 81: 850-856.
- Kerssies, A., P. Ramakers & M. van der Staay (1997)
Effect van zwavel op echte meeldauwschimmels en op *Amblyseius degenerans* in vruchtgroentengewassen. Rapport Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente. pp. 27.
- Kunz, W., R. Schurter & T. Maetzke (1997)
The chemistry of benzothiadiazole plant activators. *Pesticide Science* 50:275-282.
- Laothawornkitkul, J., J.P. Moore, J.E. Taylor, M. Pospel, T.D. Gibson, C.N. Hewitt and N. D. Paul. (2008)
Discrimination of plant volatile signatures by an electronic nose: a potential technology for plant pests and disease monitoring. *Environmental Science & Technology* 42: 8433-8439.
- Pasini, C., F. D'Aquila, P. Curir & M.L. Gullino (1997)
Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. *Crop Protection* 16:251-256.
- Paulitz, T.C. & R.R. Belanger (2001)
Biological control in greenhouse systems. *Annual Review of Phytopathology* 39: 103-133.
- Reignault, Ph., D. Walters (2007)
Topical application of inducers for disease control. In: *Induced resistance for plant defense*. D.Walters, A. Newton, G. Lyon (eds.) Blackwell Publishing.
- Reuveni, M. and R. Reuveni (1995)
Efficacy of foliar sprays of phosphates in controlling powdery mildews in field-grown nectarine, mango trees and grapevines. *Crop Protection* 14:311-314.
- Reuveni, M., V. Agapov and R. Reuveni (1997)
A foliar spray of micronutrient solutions induces local and systemic protection against powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in cucumber plants. *European Journal of Plant Pathology* 103:581-588.
- Reuveni, R. and M. Reuveni (1998)
Foliar-fertilized therapy – a concept in integrated pest management. *Crop Protection* 17:111-118.
- Russell, P.E. (2005)
Centenary Review: A century of fungicide evolution. *Journal of Agricultural Science* 143:11-25.
- Schuerger, A.C. & C.S. Brown (1997)
Spectral quality affects disease development of three pathogens on hydroponically grown plants. *HortScience* 32: 96-100.
- Segarra, G., M. Reis, E. Casanova & M.I. Trillas (2009)
Control of powdery mildew (*Erysiphe polygoni*) in tomato by foliar applications of compost tea. *Journal of Plant Pathology* 91: 683-689.
- Sivapalan, A. (1993)
Effects of water on germination of powdery mildew conidia. *Mycological Research* 97: 71-76.
- Suthaparan, A., A. Stensvand, S. Torre, M.L. Herrero, R.I. Pettersen, D.M. Gadoury, H.R. Gislerød (2010)
Plant Disease 94:339-344.
- Suthaparan, A., S. Torre, A. Stensvand, M.L. Herrero, R.I. Pettersen, D.M. Gadoury, H.R. Gislerød (2009)
pp. 1-22. Unpublished results.

- Van der Wolf, J.M. & S.P.C. Groot (2005)
Natuurlijke middelen die de weerstand van planten kunnen verhogen. *Plant Research International. Nota* 372. pp. 27.
- Van Lier, A. Gewasbeschermingsadviseurs reageren op WUR-onderzoek. Maatwerk nodig bij combinatie zwavelen en biobestrijders. *Vakblad voor de Bloemisterij* 34: 38-39.
- Van Loon, L.C. (1997)
Induced resistance in plants and the role of pathogenesis-related proteins. *European Journal of Plant Pathology* 103: 753-765.
- Van Loon, L.C., P.A.H.M. Bakker & C.M.J. Pieterse (1998)
Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. *Annual Review Phytopathology* 36:453-483.
- Von Rad, U., M.J. Mueller, J. Durner (2005). Evaluation of natural and synthetic stimulants of plant immunity by microarray technology. *New Phytologist* 165: 191-202.
- Voogt, W. & C. Sonneveld (2001)
Silicon in horticultural crops grown in soilless culture. In: *Silicon in Agriculture* (eds. L.E. Datnoff, G.H. Snyder & G.H. Korndörfer. Elsevier Science.
- Wang H., Y. Ping Jiang, H. J. Yu, X. J. Xia, K. Shi, Y. H. Zhou & J. Q. Yu (2010)
Light quality affects incidence of powdery mildew, expression of defence-related genes and associated metabolism in cucumber plants. *European Journal of Plant Pathology*. Doi 10.1007/s10658-009-9577-1.
- Whipps, J.M. & S.P. Budge (2000)
Effect of humidity on development of tomato powdery mildew (*Oidium lycopersici*) in the glasshouse. *European Journal of Plant Pathology* 106: 395-397.
- Yusran, Y., V. Roemheld & T. Mueller (2009)
Effects of *Pseudomonas* sp. 'Proradix' and *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42 on the establishment of AMF infection, nutrient acquisition and growth of tomato affected by *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *radicis-lycopersici* Jarvis and Schoemaker. *The Proceedings of the International Plant Nutrition Colloquium XVI UC Davis*.

